

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Posouzení vytápění nízkoteplotním plynovým vytápěním a tepelným
čerpadlem v rodinném domě

Assesment of low – temperature heating gas boiler and heat pump in
family house

Student:

Jiří Matěj

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Irena Svatošová, Ph.D.

Ostrava 2016

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Matěj**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607R040 Prostředí staveb

Téma: **Posouzení vytápění nízkoteplotním plynovým vytápěním a tepelným čerpadlem v rodinném domě**
Assesment of Low - Temperature Heating Gas Boiler and Heat Pump in Family House

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rodinném domě proved'te projekt vytápění. Proved'te variantní řešení topení - 1) nízkoteplotním plynovým vytápěním a 2) tepelným čerpadlem. Proved'te základní ekonomické vyhodnocení. Projekt proved'te v měřítku 1:50 pro realizaci stavby dle zákona 183/2006 Sb. v platném znění, Vyhlášky 499/2006 Sb. a Vyhlášky 268/2012 Sb. Rozsah práce bude dle směrnice děkana č.7/2015. Výpisy prvků/výplně otvorů, zámečnické, truhlářské a klempířské konstrukce nejsou součástí požadovaného rozsahu.

Textová část:

Technická zpráva.

Výpočet schodiště + schéma - řez a půdorys schodišťového prostoru.

Tepelně technické vyhodnocení (podlaha nad terénem, obvodová a střešní konstrukce – užitím výpočetních programů např. soubor Stavební fyzika-Svoboda).

Výpočty navrhovaného TZB.

Výkresová část:

Koordinační situace 1:200 (1:250).

Základy (1:50).

Půdorysy jednotlivých podlaží se specifikací překladů a specifikací skladeb podlah (1:50).

Strop nad typickým podlažím (1:50).

Řez (vždy veden přes schodiště, 1:50).

Půdorys střechy (pohled na střechu 1:100).

Pohledy (1:100).

Izometrie, případně rozvinuté řezy TZB (1:50).

Půdorysy jednotlivých podlaží TZB.

Případné detaily, schémata (1:20).

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 3452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2/2006

ČSN 01 3450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotnětechnické a plynovodní instalace 2/2006

ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí-Část 1-1:Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov, část 1 – 4 v platném znění

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav
ČSN EN ISO 13 790/2009 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění
ČSN 73 42 01 I/2008 Komíny a kouřovody-Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv
TPG 704 01 Domovní plynovody

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Irena Svatošová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji:

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné ke své vnitřní potřebě práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

Anotace

Jiří Matěj: Posouzení vytápění nízkoteplotním plynovým vytápěním a tepelným čerpadlem v rodinném domě. Bakalářská práce. VŠB-TUO, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB. Ostrava 2016

Tématem bakalářské práce je vypracování projektu vytápění rodinného domu ve dvou variantách a jejich vzájemné srovnání. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, část pozemního stavitelství a část TZB.

V části pozemního stavitelství se práce zabývá pozemkem a stavebně konstrukčním řešením objektu. V části TZB je řešeno vytápění, ve dvou variantách, nízkoteplotní plynové vytápění a vytápění tepelným čerpadlem. Dále základní informace o těchto typech vytápění a jejich posouzení.

The theme of my bachelor thesis is a project of heating in family house in two variations and their assesment. Bachelor thesis is divided into two parts, the civil engineering part and the technical building equipment part.

In the civil engineering part thesis adresses plot and construction elements of the building. Technical building equipment part consists of designing heating system in two variations, low temperature gas heating and heat pump heating. Then follows basic information of these types of heating and their assesment.

Seznam použitého značení

Seznam zkratek

A2/W35	-	teplota vzduchu 2°C, teplota otopné vody 35°C
B0/W35	-	teplota nemrznoucí kapaliny 0°C, teplota otopné vody 35°C
B0/W40	-	teplota nemrznoucí kapaliny 0°C, teplota otopné vody 40°C
clSi	-	hlína jílovitá podle ČSN EN 14688
COP	-	Coefficient of Performance (topný faktor)
č.	-	číslo
ČSN EN	-	evropská harmonizovaná norma
ČSN	-	česká technická norma
DN	-	jmenovitá světlost
DP3	-	hořlavý konstrukční systém
DPH	-	daň z přidané hodnoty
IČ	-	identifikační číslo osoby
LV	-	list vlastnictví
MI	-	hlína se střední plasticitou podle ČSN 73 1001
NP	-	nadzemní podlaží
NT	-	nízký tarif
NTL	-	nízkotlaké vedení plynu
PT	-	původní terén
Sb.	-	sbírky
SDK	-	sádrokarton
SO	-	stavební objekt
TV, TUV	-	teplá voda
VDI	-	Verein Deutscher Ingenieure (německá směrnice)
VT	-	vysoký tarif

Seznam symbolů

$A_{k, \min}$	-	minimální plocha zemního kolektoru	$[m^2]$
b	-	rozteč potrubí zemního kolektoru	$[m]$
c	-	měrná tepelná kapacita vody	$[kWh]$
E_{40}	-	tepelný obsah spalin zemního plynu při 40°C	$[kJ/kg_{ss}]$
E_{RB}	-	tepelný obsah spalin zemního plynu na rosném bodu	$[kJ/kg_{ss}]$
$E_{RB, \lambda=1,6}$	-	tepelný obsah spalin zemního plynu na rosném bodu při $\lambda=1,6$	$[kJ/kg_{ss}]$
g	-	tíhové zrychlení	$[m/s^2]$
h	-	výška vodního sloupce nad expanzní nádobou	$[m]$
k_d	-	koeficient denní nerovnoměrnosti	$[-]$
k_h	-	koeficient hodinové nerovnoměrnosti	$[-]$
$l_{k, \min}$	-	minimální délka potrubí primárního okruhu tepelného čerpadla	$[m]$
L'_{w}	-	stavební kročejová neprůzvučnost	$[dB]$
n	-	součinitel zvětšení objemu vody	$[-]$
n_d	-	počet dávek teplé vody	$[-]$
n_i	-	počet uživatelů	$[-]$
n_j	-	počet jídel za den	$[-]$
n_u	-	počet (výměr) ploch	$[-]$
p	-	součinitel prodloužení doby dávky	$[-]$
p_B	-	barometrický tlak	$[kPa]$
$p_{d,A}$	-	hydrostatický absolutní tlak	$[kPa]$
$p_{h,dov,A}$	-	nejvyšší dovolený absolutní tlak	$[kPa]$
p_{ot}	-	otevírací tlak pojistného ventilu	$[kPa]$
Q_{1p}	-	teplo dodané ohřívačem do TV během periody	$[kWh]$
Q_{2p}	-	teplo odebrané z ohřívače v TV v době periody	$[kWh]$
Q_{2t}	-	teoretické teplo odebrané z ohřívače TV v době periody	$[kWh]$
Q_{2z}	-	teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV v době periody	$[kWh]$
Q_C	-	jmenovitý příkon kompresoru tepelného čerpadla	$[kW]$
Q_h	-	maximální hodinová potřeba vody	$[m^3/hod]$
Q_m	-	maximální denní potřeba vody	$[m^3/den]$
ΔQ_{\max}	-	největší možný rozdíl mezi křivkami Q_{1p} a Q_{2p}	$[kW]$

Q_N	-	jmenovitý topný výkon tepelného čerpadla	[kW]
Q_p	-	průměrná denní potřeba vody	[m ³ /den]
Q_p	-	pojistný výkon	[kW]
Q_r	-	roční potřeba vody	[m ³ /den]
Q_{rok}	-	potřeba tepla na vytápění a ohřev vody na rok	[kWh]
Q_{TUV}	-	výkon potřebný k ohřevu teplé vody	[kW]
Q_{TV}	-	výkon potřebný k vytápění objektu	[kW]
Q_Z	-	výkon odebíraný ze zemního kolektoru	[kW]
R'_w	-	stavební vzduchová neprůzvučnost	[dB]
S_0	-	minimální plocha sedla pojistného ventilu	[m ²]
t	-	doba dávky teplé vody	[h]
U	-	objemový průtok teplé vody	[m ³ /h]
U	-	součinitel prostupu tepla	[W/m ² *K]
$U_{N, 20}$	-	normový součinitel prostupu tepla	[W/m ² *K]
$U_{pas, 20}$	-	normový součinitel prostupu tepla pro pasivní domy	[W/m ² *K]
$U_{rec, 20}$	-	doporučený součinitel prostupu tepla	[W/m ² *K]
U_w	-	součinitel prostupu tepla okna	[W/m ² *K]
V_{2p}	-	celková potřeba TV v periodě	[m ³]
V_d	-	součet objemu dávek	[m ³]
V_{et}	-	potřebný objem expanzní nádoby	[l]
V_g	-	potřebný objem zemního plynu na rok	[m ³]
V_j	-	potřeba TV pro mytí nádobí v periodě	[m ³]
V_O	-	potřeba TV pro mytí osob v periodě	[m ³]
V_O	-	objem vody v otopné soustavě	[l]
V_u	-	potřeba TV pro úklid a mytí podlah v periodě	[m ³]
V_z	-	potřebný objem zásobníku TV	[m ³]
z	-	součinitel poměrné ztráty	[-]
α_w	-	výtokový součinitel	[-]
η	-	stupeň využití expanzní nádoby	[-]
θ_1	-	teplota studené vody	[°C]
θ_2	-	teplota teplé vody	[°C]
θ_e	-	návrhová teplota venkovního vzduchu	[°C]
θ_i	-	návrhová teplota vnitřního vzduchu	[°C]
λ	-	součinitel přebytku vzduchu	[-]

ρ	-	hustota vody	[kg/m ³]
Φ_{1n}	-	jmenovitý tepelný výkon ohřevu TV	[kW]
φ_e	-	návrhová vlhkost venkovního vzduchu	[%]
φ_i	-	návrhová vlhkost venkovního vzduchu	[%]

Obsah

Seznam použitého značení	6
Úvod	12
A Průvodní zpráva.....	13
A.1 Identifikační údaje	13
A.1.1 Údaje o stavbě	13
A.1.2 Údaje o stavebníkovi	13
A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace	14
A.2 Seznam vstupních podkladů	15
A.3 Údaje o území	15
A.4 Údaje o stavbě	18
A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	21
B Souhrnná technická zpráva.....	22
B.1 Popis území stavby	22
B.2 Celkový popis stavby.....	24
B.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek	24
B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení	24
B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby	25
B.2.4 Bezbariérové užívání stavby	25
B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby	25
B.2.6 Základní charakteristika objektů	25
B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení	26
B.2.8 Požárně bezpečnostní řešení.....	26
B.2.9 Zásady hospodaření s energiemi	27
B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí	28
B.2.11 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí	29
B.3 Připojení na technickou infrastrukturu	30

B.4	Dopravní řešení.....	31
B.5	Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav	32
B.6	Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	33
B.7	Ochrana obyvatelstva	34
B.8	Zásady organizace výstavby	34
C	Situační výkresy	37
D	Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení.....	37
D.1	Dokumentace stavebního nebo inženýrského projektu	37
D.1.1	Architektonicko–stavební řešení	37
D.1.2	Stavebně konstrukční řešení.....	42
	Skladby konstrukcí	45
D.1.3	Požárně bezpečnostní řešení	47
D.1.4	Technika prostředí staveb – vytápění.....	48
	Kondenzační technika	60
	Tepelná čerpadla	63
	Posouzení	65
	Závěr.....	68
	Seznam příloh.....	69
	Seznam výkresů.....	70
	Zdroje	71
	Legislativa a normy:	73
	Použitý software	73

Úvod

Cílem bakalářské práce je zpracování projektu vytápění rodinného domu ve dvou variantách a následné posouzení těchto variant. Varianta I. je vytápěná plynovým kondenzačním kotlem a varianta II. tepelným čerpadlem.

Plynový kondenzační kotel jsem si vybral, protože jde o relativně levný, nenáročný na realizaci a úsporný zdroj tepla. Zároveň je to zdroj čistý a ekologický, což považuji za důležité vzhledem k tomu, že v menších obcích je v zimním období znečištění z lokálních topenišť zásadní. Tepelné čerpadlo, jako nekonvenční zdroj tepla, je mi blízké, protože mám všeobecně rád inovativní a ne tak obvyklé technologie. Zajímá mě, jestli může tepelné čerpadlo se svojí vysokou pořizovací cenou obstát vedle levného a také úsporného kondenzačního kotle.

Rodinný dům jsem navrhl jako rámovou dřevostavbu, protože jde o u nás poměrně málo využívaný konstrukční systém, což si myslím, že je škoda. Stěna ze dřeva má přitom, zejména z hlediska tepelné fyziky, výhodné vlastnosti i při malých tloušťkách. Kromě základů se při realizaci nepoužívají žádné mokré procesy, což vede k velmi rychlé výstavbě. Zároveň se přitom využívají přírodní materiály, kterých máme v České republice dostatek.

První část práce je členěna, podle vyhlášky č.499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, do kapitol A až D v rozsahu pro dokumentaci pro provádění stavby. V druhé části je krátce popsán princip funkce kondenzačních kotlů a tepelných čerpadel a dále jejich vzájemné posouzení. Součástí příloh je kompletní výkresová dokumentace, výpočty a výpisy ze softwaru a technické listy výrobců.

A Průvodní zpráva

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

- a) Název stavby

Rodinný dům ve Staré Vsi nad Ondřejnicí.

- b) Místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků)

Dům bude stát na ulici Mlýnská 676, Stará Ves nad Ondřejnicí, okres Ostrava – město, číslo parcely 1678/16. Pozemek se nachází v katastru obce Stará Ves nad Ondřejnicí, číslo katastru 753947.

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

- a) Jméno, příjmení a místo trvalého pobytu (fyzická osoba) nebo,

Jan Novák, Fryčovická 196, Brušperk 73944.

- b) Jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, bylo-li přiděleno, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo,

Není součástí.

- c) Obchodní firma nebo název, IČ, bylo-li přiděleno, adresa sídla (právnícká osoba)

Není součástí.

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

- a) Jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, bylo-li přiděleno, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo,

Jiří Matěj, Brušperská 701, Stará Ves nad Ondřejnicí, 73923.

- b) Jméno a příjmení hlavního projektanta včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace

Jiří Matěj, Brušperská 701, Stará Ves nad Ondřejnicí, 73923.

- c) Jména a příjmení projektantů jednotlivých částí projektové dokumentace včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace

Není součástí.

A.2 Seznam vstupních podkladů

- Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky 62/2013 Sb.
- Zákon č. 183/2006 o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- Katastr nemovitostí
- Platné České technické normy
- Požadavky investora
- Projektová dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení
- Geologický, hydrogeologický a radonový průzkum

A.3 Údaje o území

a) Rozsah řešeného území

Stavební parcela 1678/16 má celkovou výměru 1202 m² a je umístěna v katastrálním území obce Stará Ves nad Ondřejnicí.

b) Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.)

Pozemek se nenachází v žádném ochranném území podle jiných právních předpisů. Oblast se nenachází v záplavovém ani poddolovaném území.

c) Údaje o odtokových poměrech

Pozemek je v rovinném terénu, mírně se svažujícím směrem k severu. Půda na pozemku je hlína jílovitá, špatně propustná. Zpevněné plochy jsou vyspádovány a dešťové vody z nich budou volně odtékat a zasakovat. Dešťové vody ze střechy objektu budou svedeny do jednotné kanalizace. Hladina podzemní vody nebyla zjištěna.

- d) Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas

Projekt je v souladu s územním plánem obce a nachází v části obce, kde v současnosti probíhá výstavba nových domů. Parcela byla územním plánem obce určena k výstavbě a je v souladu s územně plánovací dokumentací.

- e) Údaje o souladu s územním rozhodnutím nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, popřípadě s regulačním plánem v rozsahu, ve kterém nahrazuje územní rozhodnutí, s povolením stavby a v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby údaje o jejím souladu s územně plánovací dokumentací

Není součástí.

- f) Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Budova rodinného domu je navržena v souladu s vyhláškou č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území ve znění pozdějších předpisů [22]. Při umístění objektu na pozemek byly dodrženy minimální odstupové vzdálenosti.

- g) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Požadavky dotčených orgánů jsou součástí projektové dokumentace a budou dodrženy.

- h) Seznam výjimek a úlevových řešení

Žádné výjimky ani úlevová řešení nejsou při realizaci stavby zapotřebí.

- i) Seznam souvisejících a podmiňujících investic

Žádné související a podmiňující investice nejsou při realizaci stavby zapotřebí.

j) Seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby (podle katastru nemovitostí)

Ze severní strany sousedí s již zastavěnou parcelou 1678/7 a z jihovýchodní strany s nezastavěnou parcelou 1678/17. Pozemek je přístupný z místní komunikace Mlýnská (parcela č. 1678/14).

Parcela č. 1678/7

- Vlastník Janků Jiří a Janků Alena, Mlýnská 675, Stará Ves nad Ondřejnicí
- Číslo LV 1093
- Výměra 859 m²
- Druh pozemku trvalý travní porost

Parcela č. 1678/17

- Vlastník Kříž David Ing, Brušperská 590, Stará Ves nad Ondřejnicí
- Číslo LV 1231
- Výměra 1202 m²
- Druh pozemku trvalý travní porost

Parcela č. 1678/14

- Vlastník obec Stará Ves nad Ondřejnicí
- Číslo LV 1
- Výměra 427 m²
- Druh pozemku místní komunikace

A.4 Údaje o stavbě

- a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Jedná se o novostavbu rodinného domu.

- b) Účel užívání stavby

Stavba je navržena pro trvalé obývání osobami.

- c) Trvalá nebo dočasná stavba

Stavba bude umístěna trvale.

- d) Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů (kulturní památka apod.)

Netýká se řešené stavby.

- e) Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Stavba je navržena podle vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby [20], ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb. Zároveň není navržena pro užívání osobami s omezenou schopností pohybu a omezenou schopností orientace a nesplňuje požadavky vyhlášky č. 398/2009 Sb. [25].

- f) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Požadavky dotčených orgánů jsou součástí projektové dokumentace a budou dodrženy. Požadavky vyplývající z jiných právních předpisů nejsou.

g) Seznam výjimek a úlevových řešení

Žádné výjimky ani úlevová řešení nejsou při realizaci stavby zapotřebí.

h) Navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikost, počet uživatelů / pracovníků apod.)

Zastavěná plocha:	144 m ²
Zpevněné plochy:	60,7 m ²
Obestavěný prostor stavby:	1003,48 m ³
Užitná plocha:	239,63 m ²
Počet obytných místností:	6
Počet osob:	6

i) Základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti apod.)

Potřeba vody

Potřeba vody byla stanovena podle vyhlášky č. 428/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů [29]. Směrné číslo roční spotřeby vody na obyvatele budovy je 35 m³. Na obyvatele rodinného domu se připočítává 1 m³ na spotřebu spojenou s očištěním okolí domu a očištěním osob při aktivitách na zahradě. Potřeba vody je počítána pro 6 obyvatel.

1. Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = \frac{36}{365} * 6 = 0,592 \text{ m}^3/\text{den} \quad (1)$$

2. Maximální denní potřeba vody

$$k_d = 1,3 (2000 - 20000 \text{ obyvatel}) \quad (2)$$

$$Q_m = Q_p * k_d = 0,592 * 1,3 = 0,769 \text{ m}^3/\text{den}$$

3. Maximální hodinová potřeba vody

$$k_h = 1,8 \text{ (roztroušená zástavba)} \quad (3)$$

$$Q_h = \frac{1}{24} * Q_m * k_h = \frac{1}{24} * 0,796 * 1,8 = 0,059 \text{ m}^3/\text{hod}$$

4. Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p * 365 = 216,1 \text{ m}^3/\text{rok} \quad (4)$$

Potřeba zemního plynu k vytápění

Potřeba zemního plynu k vytápění objektu, ve variantě I., činí podle (49) 1957,95 m³/rok.

Potřeba elektrické energie k vytápění

Potřeba elektrické energie k vytápění objektu, ve variantě II. činí podle (52) 5594,17 kWh_e.

- j) Základní předpoklady stavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy)

Předpokládané započetí výstavby je v průběhu května 2016 a dokončení v prosinci 2016.

Stavební práce budou probíhat v tomto pořadí:

1. Vytyčení objektu a výkopové práce
2. Přivedení inženýrských sítí
3. Betonáž základů, prostupy sítí, hydroizolace stavby
4. Sestavení svislých a vodorovných konstrukcí
5. Skladba střechy, výplně otvorů, osazení klempířských výrobků
6. Rozvody elektroinstalace, topení, kanalizace a vody
7. Vyplnění stěn izolací, osazení sádkartonových desek
8. Betonáž podlahy, položení podlahových krytin

9. Dokončovací práce

10. Zpevněné plochy, terénní úpravy

k) Orientační náklady stavby

Podle souhrnného rozpočtu stavby stanoveného na základě rozpočtových ukazatelů je cena realizace 7 542 383,40 Kč bez DPH, s 21% DPH dělá cena 9 126 283,91 Kč. V ceně je zahrnuta cena pozemku, cena výstavby stavebních objektů, projektové a inženýrské práce, náklady na zařízení staveniště a rozpočtová rezerva.

A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

SO1 – Rodinný dům

SO2 – Vodovodní přípojka

SO3 – Elektro přípojka

SO4 – Kanalizační přípojka

SO5 – Plynová přípojka / Primární okruh tepelného čerpadla

SO6 – Oplocení

SO7 – Zpevněné plochy

B Souhrnná technická zpráva

B.1 Popis území stavby

a) Charakteristika stavebního pozemku

Objekt bude stát uprostřed parcely číslo 1678/16, s výměrou 1202 m². V katastru nemovitostí je parcela vedena jako trvalý travní porost. Tato parcela byla územním plánem určena k nové výstavbě a v současnosti je nezastavěná. Pozemek je dobře přístupný, z místní komunikace Mlýnská. Pod touto komunikací se také nachází inženýrské sítě, ke kterým bude objekt připojen. Pozemek je v rovinném terénu, mírně se svažujícím směrem k severu.

b) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.)

V přípravné fázi projektu byl proveden hydrogeologický průzkum, geologický průzkum a radonový průzkum.

Při hydrogeologickém průzkumu nebyla zjištěna hladina podzemní vody.

V rámci geologického průzkumu byly na staveništi vykopány tři sondy. Hloubka sond odpovídala hloubce základové spáry stavby, tj. 1,1 m od úrovně terénu. Ve vrstvě, od úrovně terénu, do hloubky -0,3 m, se nachází ornice. Další vrstvu, od -0,3 m do -1,1 m, tvoří hlína jílovitá (MI, cISi), s pevnou konzistencí.

Radonový průzkum zjistil, že radonový index na území je nízký. Jako protiradonové opatření stačí použitá asfaltová hydroizolace.

c) Stávající ochranná a bezpečnostní pásma

V současnosti se na území žádná ochranná ani bezpečnostní pásma nenacházejí. V průběhu realizace je třeba respektovat ochranná pásma přípojek inženýrských sítí.

- d) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Stavební pozemek se nenachází v záplavovém ani poddolovaném území. Nejsou známy žádné další zdroje škodlivých vlivů.

- e) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní pozemky ani stavby. Výstavbou objektu se nezatíží životní prostředí. Odtokové poměry na území se nezmění. Dešťové vody ze střechy objektu budou svedeny do jednotné kanalizační stoky.

- f) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

V současnosti se na pozemku nenachází žádné stavební objekty, které by bylo třeba bourat. Pozemek je v celé ploše porostlý travním porostem. Kácení dřevin není zapotřebí.

- g) Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Netýká se stavby. Pozemek je v současnosti veden jako zastavitelná plocha.

- h) Územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu)

Pozemek je dopravně obsluhý z místní komunikace Mlýnská. Vjezd na pozemek je z jižní strany. Pod touto komunikací se nacházejí inženýrské sítě, na které bude objekt připojen.

- i) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Stavba nevyžaduje žádné další investice.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Jedná se o novostavbu většího rodinného domu, určeného pro obývání 6 osobami. V projektové dokumentaci jsou dodrženy obecné požadavky na výstavbu podle vyhlášky číslo 268/2009 Sb. [20].

Zastavěná plocha:	146,05 m ²
Užitná plocha:	250,88 m ²
Obestavěný prostor:	1003,48 m ²
Počet obytných místností:	6
Počet obyvatel:	6
Sklon střechy:	38°

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) Urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Pro dané území není vypracován regulační plán. Objekt je zasazen přibližně doprostřed pozemku, ve vzdálenosti 12,5 m od komunikace.

b) Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Rodinný dům je čtvercového půdorysu, má dvě nadzemní podlaží a není podsklepen. Střecha objektu je sedlová, se štíty orientovanými na severo-severozápad a jiho-jihovýchod. Jako střešní krytina objektu bude použitý asfaltový šindel cihlově červené barvy. Přesahy střechy jsou zakryté dřevěnými palubkami, které jsou ošetřeny mahagonovým nátěrem, HK Lasur mahagoni [5]. Omítka je silikátová a bude mít odstín okrové (CEMIX OK 63) [7]. Oblast soklu je upravena marmolitovou omítkou [5], s barvou černohnědé mozaiky.

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Stavba je navržena pro trvalé obývání šesti osobami. V prvním nadzemním podlaží, hned za vstupem do objektu, se nachází zádveří a z něj přístupná technická místnost. Za zádveřím je chodba se schodištěm do druhého nadzemního podlaží, z které jsou přístupné ostatní místnosti domu. V jižní části domu je kuchyň, s přilehlou spíží, propojená s velkým obývacím pokojem s jídelnou. Směrem na sever je orientována ložnice, koupelna a záchod. V dalším patře potom najdeme druhý obývací pokoj, z něj přístupnou ložnici, pokoj s přilehlou šatnou, koupelnu se záchodem a další šatnu, přístupnou z chodby.

Dům bude postaven za použití běžných stavebních postupů pro dřevostavby.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Dům není navržen jako bezbariérový a nesplňuje požadavky vyhlášky č. 398/2009 Sb. [25].

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

Dům bude postaven za použití certifikovaných materiálů a výrobků tak, aby při jeho užívání nedocházelo k nehodám, pádům a úrazům. Technická zařízení a rozvody budou mít vystaveny revizní zprávy a protokoly o způsobilosti k bezpečnému užívání.

B.2.6 Základní charakteristika objektů

a) Stavební řešení

Dům je navržený jako rámová dřevostavba, založená na základových pásech. Obvodové stěny tvoří dřevěné stojky, 40x160 mm, a vnitřní nosné stěny jsou z dřevěných profilů 40x140 mm. Stropy jsou z nosníků Posi-Joist [10] s dřevěnými pásnicemi a ocelovými diagonálami. Objekt je zastřešen klasickým dřevěným krovem se sklonem 38° s přesahy. Střešní krytina je asfaltový šindel.

b) Konstrukční a materiálové řešení

Materiály a skladby konstrukcí jsou popsány v části D. 1.2.

c) Mechanická odolnost a stabilita

Objekt je navržen tak, aby po celou dobu jeho životnosti vyhověl všem druhům zatížení, stanovených podle platných norem. Všechny konstrukce jsou navrženy tak, aby vyhověly v mezním stavu únosnosti a mezním stavu použitelnosti a aby během výstavby a užívání nedošlo k jejich zřícení nebo zřícení některé jejich části.

B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

a) Technické řešení

Pro objekt jsou zpracovány dvě varianty vytápění. Vytápění a ohřev vody plynovým kondenzačním kotlem a vytápění a ohřev vody pomocí tepelného čerpadla. Podrobnější popis technického řešení v části D.

b) Výčet technických a technologických zařízení

Zdroje tepla a otopná soustava jsou řešeny v části D. 1.4.

B.2.8 Požárně bezpečnostní řešení

Konstrukční systém stavby spadá do kategorie DP3 – hořlavý. Stanovení požárního zatížení a navržení požárně bezpečnostního řešení není součástí bakalářské práce.

B.2.9 Zásady hospodaření s energiemi

a) Kritéria tepelně technického hodnocení

Budova je navržena podle normy ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov [32] – část 3
Návrhové hodnoty veličin podle těchto kritérií:

Návrhová venkovní teplota: $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$

Návrhová venkovní vlhkost vzduchu: $\varphi_e = 84\%$

Převažující návrhová vnitřní teplota: $\theta_i = 20^{\circ}\text{C}$

Návrhová vnitřní vlhkost vzduchu: $\varphi_i = 50\%$

Zatížení větrem v krajině: normální

Jednotlivé konstrukce jsou hodnoceny podle normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov [32] – část 2 Požadavky (*Tabulka 1 Vyhodnocení součinitele prostupu tepla*). Detailní vyhodnocení požadavků normy a skladby jednotlivých konstrukcí viz Přílohy.

Popis konstrukce	Požadované hodnoty $U_{N, 20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec, 20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní domy $U_{pas, 20}$	U [W/m ² *K]
Stěna vnější	0,30	Těžká: 0,25 Lehká: 0,20	0,18 až 0,12	0,136
Střecha šikmá se sklonem do 45°	0,24	0,16	0,15 až 0,10	0,153
Strop pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20	0,15 až 0,10	0,149
Podlaha přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15	0,207
Stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru (nosná)	0,60	0,40	0,30 až 0,20	0,307
Stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru (příčka)	0,60	0,40	0,30 až 0,20	0,450
Strop z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20	0,370

Tabulka 1 Vyhodnocení součinitele prostupu tepla

Jak je patrné z *Tabulky 1*, všechny konstrukce vyhoví požadavkům normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov [32] – část 2 Požadavky a většina konstrukcí vyhoví i požadavkům pro pasivní domy.

b) Energetická náročnost stavby

Pro návrhové hodnoty pro oblast Ostrava ($\theta_e = -15^\circ\text{C}$) byla vypočtena celková tepelná ztráta objektu na 9,258 kW (Příloha č. 3). Z toho ztráta prostupem tepla činí 3981 W a ztráta větráním 5277 W. Z těchto hodnot byla stanovena roční potřeba tepla na vytápění, která je 55,02 GJ/rok (Příloha č. 5).

Průkaz energetické náročnosti budovy (Příloha č. 8 a č. 9) zařadil budovu do kategorie B úsporná.

c) Posouzení využití alternativních zdrojů energie

B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.).

Větrání objektu je zajištěno otevřením okenních otvorů v případě potřeby. Vytápění je řešeno teplovodní otopnou soustavou s teplotním spádem $40/35^\circ\text{C}$, kombinující podlahové vytápění a desková otopná tělesa. Místnosti budou osvětleny přirozeně, okenními otvory, a uměle, elektrickým osvětlením. Zásobování vodou je zajištěno vodovodní přípojkou z potrubí HDPE 32x2 mm PN 10.

V dokončené stavbě se nebude nacházet žádný zdroj hluku, vibrací nebo prašnosti. V průběhu realizace se bude dbát, aby pracovní činnosti byly v souladu s nařízením vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [26]. Staveniště nebude zdrojem nadměrné prašnosti kvůli suchému charakteru výstavby.

B.2.11 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) Ochrana před pronikáním radonu

Radonový průzkum zjistil, že radonový index na území je nízký. Jako protiradonové opatření stačí použitá asfaltová hydroizolace.

b) Ochrana před bludnými proudy

Bludné proudy se v daném území nenacházejí.

c) Ochrana před technickou seizmicitou

V okolí stavby nedochází k technické seizmicitě.

d) Ochrana před hlukem

V oblasti okolí domu se nenachází žádné významné zdroje hluku. Z tohoto důvodu je navržená skladba obvodových stěn dostatečná pro zajištění ochrany před hlukem.

e) Protipovodňová opatření

Pozemek se nenachází v záplavové oblasti. Protipovodňová opatření nejsou zapotřebí.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

a) Napojovací místa technické infrastruktury

Napojovací místa všech přípojek se nacházejí pod místní komunikací Mlýnská.

b) Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Vodovodní přípojka je napojená na hlavní vodovodní řad, potrubí DN 100, navrtávkou s navrtávacím pasem a osazená šoupátkem. Její délka je 14 m. Potrubí HDPE DN 32x2 mm je uloženo v nezámrzné hloubce 1,2 pod úrovní terénu a je podsypáno pískovým podsypem, tl. 100 mm, a zasypáno pískovým obsypem, tl. 300 mm, od horní hrany trubky, na kterém je uložena modrá výstražná fólie. Vodoměr a vodoměrná sestava se nachází uvnitř objektu v technické místnosti.

Kanalizační přípojka je napojená do stoky jednotné kanalizace, DN 400. Přípojka splaškové kanalizace má délku 26 m a je z potrubí PVC KG DN 150 mm. Dešťová kanalizace odvádí vodu ze svodů střechy a má délku 52 m a je z potrubí PVC KG DN 150 mm. Potrubí přípojky má sklon 2%. U hranice pozemku je plastová revizní šachta DN 400 mm s hloubkou dna 2,2 m. Potrubí je podsypáno pískovým podsypem, tl. 150 mm, a zasypáno pískovým obsypem, tl. 300 mm, od horní hrany trubky.

Plynová přípojka je napojená elektrotvarovkou na NTL rozvod plynu. HUP je umístěný ve zděném sloupku na hranici pozemku. Délka přípojky je 3,6 m a délka vnějšího domovního plynovodu je 17 m. Materiál přípojky je PE potrubí DN 25 mm. Před vstupem do objektu je přechodový kus na ocelové potrubí. Potrubí je uloženo v hloubce 1 m pod úrovní terénu a je podsypáno pískovým podsypem, tl. 100 mm, a zasypáno pískovým obsypem, tl. 300 mm, od horní hrany trubky, na kterém je uložena žlutá výstražná fólie.

Elektrická přípojka je napojena na napájecí soustavu 3+N+PE AC 50 Hz, 400V/230V/TN-S. Elektroměr a hlavní jistič, 25 A, je umístěný ve zděném sloupku na hranici pozemku. Vedení je elektrický kabel CYKY J 5x10, který je veden v hloubce 0,8 m v plastové chráničce. Délka vedení je 20 m.

B.4 Dopravní řešení

a) Popis dopravního řešení

Pozemek s objektem jsou přístupné z jihozápadní strany z místní zpevněné komunikace Mlýnská.

b) Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Vjezd na pozemek bude možný z jihozápadní strany z místní zpevněné komunikace Mlýnská. Z této komunikace bude také přístupné parkovací stání ze zámkové dlažby, tl. 8 mm, uložené v betonovém loži. Ze stejné strany bude také vybudována pěší komunikace s šířkou 3 m, ze zámkové dlažby, tl. 6 mm, uložené ve štěrkovém loži.

c) Doprava v klidu

Pro objekt bude vybudováno 1 parkovací stání o rozměrech 3x5 m, ze zámkové dlažby, přístupné z ulice Mlýnská.

d) Pěší a cyklistické stezky

Pro objekt bude vybudován chodník, s šířkou 1,5 m, ze zámkové dlažby, vedoucí z ulice Mlýnská k hlavnímu vchodu do budovy a k parkovacímu stání.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) Terénní úpravy

Před zahájením výstavby bude v místě objektu a zpevněných ploch sejmuta ornice, která bude uložena na vhodném místě na staveništi a v dokončovací fázi použita na terénní úpravy. Cílem terénních úprav bude zejména vyrovnat výškové rozdíly mezi objekty a zpevněnými plochami a stávajícím terénem a vytvořit plynulý přechod.

b) Použité vegetační prvky

Není součástí projektu.

c) Biotechnická opatření

Není součástí projektu.

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

- a) Vliv stavby na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady, půda

Vzhledem k charakteru a účelu užívání stavby je vliv stavby na životní prostředí žádný nebo zanedbatelný.

- b) Vliv stavby na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině

Vzhledem k charakteru a účelu užívání stavby, nemá stavba žádný nebo zanedbatelný vliv na přírodu a krajinu. Na území se nenachází žádné chráněné stromy, dřeviny, rostliny ani živočichové.

- c) Vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000

Netýká se stavby.

- d) Návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA

Netýká se stavby.

- e) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů

Netýká se stavby.

B.7 Ochrana obyvatelstva

Vzhledem k charakteru a účelu užívání stavby, stavba nebude využívána k ochraně obyvatelstva podle požadavků civilní ochrany.

B.8 Zásady organizace výstavby

a) Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění

Elektrická energie bude odebírána ze sloupku elektroměru.

Voda bude odebírána z přípojky po nainstalování vodoměrné sestavy.

b) Odvodnění staveniště

Staveniště bude odvodněno do kanalizační stoky a bude zamezeno splachování mechanických nečistot.

c) Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Vstup a vjezd na staveniště bude zajištěn z místní komunikace Mlýnská. Připojení na technickou infrastrukturu je řešeno v bodě B. 3.

d) Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

Provádění stavby nebude mít vliv na okolní stavby a pozemky.

e) Ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Stavební práce a procesy nebudou ovlivňovat okolí staveniště. Asanace, demolice a kácení dřevin není zapotřebí.

f) Maximální zábory pro staveniště

Netýká se stavby.

g) Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Druhy odpadů a jejich předpokládané množství:

17 06 04	Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03	0,5 m ³
17 02 01	Dřevo	0,8 m ³
17 08 02	Stavební materiály na bázi sádky neuvedené pod číslem 17 08 01	0,3 m ³
15 01 02	Plastové obaly	0,7 m ³
15 01 01	Papírové, lepenkové obaly	0,5 m ³

Nakládání s odpady musí odpovídat vyhlášce č. 383/2001 Sb. Odvoz zajistí dodavatel stavebních prací.

h) Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin

Před zahájením výstavby bude provedeno sejmutí ornice pod objektem do hloubky 300 mm pod PT, tj. 50,6 m³ zeminy. Tato bude uložena na vhodném místě na staveništi a později použita na terénní úpravy kolem objektu.

Pro variantu II., která je vytápěna tepelným čerpadlem, budou provedeny zemní práce pro položení potrubí primárního okruhu čerpadla o celkovém objemu 507,6 m³. Výkopy pro jednotlivé smyčky se budou hloubit postupně a zemina bude uložena na vhodném místě.

i) Ochrana životního prostředí při výstavbě

Stavební činnost nebude znečišťovat životní prostředí. Veškerý vyprodukovaný odpad bude zlikvidován v souladu s vyhláškou č. 383/2001 Sb.

- j) Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle jiných právních předpisů

Na staveništi budou opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle platných právních předpisů.

- k) Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Netýká se stavby.

- l) Zásady pro dopravně inženýrské opatření

Není součástí bakalářské práce.

- m) Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby (provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.)

Netýká se stavby.

- n) Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

Předpokládané započetí výstavby je v průběhu května 2016 a dokončení v prosinci 2016. Stavební práce budou probíhat v tomto pořadí:

1. Vytyčení objektu a výkopové práce
2. Přivedení inženýrských sítí
3. Betonáž základů, prostupy sítí, hydroizolace stavby
4. Sestavení svislých a vodorovných konstrukcí
5. Skladba střechy, výplně otvorů, osazení klempířských výrobků
6. Rozvody elektroinstalace, topení, kanalizace a vody
7. Vyplnění stěn izolací, osazení sádkartonových desek
8. Betonáž podlahy, položení podlahových krytin
9. Dokončovací práce, zpevněné plochy, terénní úpravy

C Situační výkresy

Situační výkres je součástí příloh.

D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského projektu

D.1.1 Architektonicko–stavební řešení

Účel objektu

Jedná se o novostavbu většího rodinného domu, určeného pro obývání 6 osobami. V projektové dokumentaci jsou dodrženy obecné požadavky na výstavbu podle vyhlášky číslo 268/2009 Sb. [20].

Kapacitní údaje

Zastavěná plocha:	146,05 m ²
Užitná plocha:	250,88 m ²
Obestavěný prostor:	1003,48 m ²
Počet obytných místností:	6
Počet obyvatel:	6
Sklon střechy:	38°

Materiálové řešení

Dům je navržený jako rámová dřevostavba, založená na základových pásech. Obvodové stěny tvoří dřevěné stojky, 40x160 mm, a vnitřní nosné stěny jsou z dřevěných profilů 40x140 mm. Stropy jsou z nosníků Posi-Joist s dřevěnými pásnicemi a ocelovými diagonálami [10]. Objekt

je zastřešen klasickým dřevěným krovem se sklonem 38° s přesahy. Střešní krytina je asfaltový šindel.

Celkové provozní řešení

V prvním nadzemním podlaží, hned za vstupem do objektu, se nachází zádveří a z něj přístupná technická místnost. Za zádveřím je chodba se schodištěm do druhého nadzemního podlaží, z kterého jsou přístupné ostatní místnosti domu. V jižní části domu je kuchyň, s přilehlou spíží, propojená s velkým obývacím pokojem s jídelnou. Směrem na sever je orientována ložnice, koupelna a záchod. V dalším patře potom najdeme druhý obývací pokoj, z něj přístupnou ložnici, pokoj s přilehlou šatnou, koupelnu se záchodem a další šatnu přístupnou z chodby.

Číslo místnosti	Účel místnosti	Plocha [m ²]	Podlahová krytina
1.01	Zádveří	5,63	Keramická dlažba
1.02	Chodba	22,88	Keramická dlažba
1.03	Technická místnost	5,15	Keramická dlažba
1.04	Záchod	2,26	Keramická dlažba
1.05	Koupelna	6,65	Keramická dlažba
1.06	Ložnice	20,48	Laminát
1.07	Spíž	4,97	Keramická dlažba
1.08	Kuchyň	13,94	Keramická dlažba
1.09	Obývací pokoj, jídelna	37,09	Laminát
2.01	Pokoj	20,18	Koberec
2.02	Obývací pokoj	30,85	Laminát
2.03	Šatna	10,19	Laminát
2.04	Koupelna	9,65	Keramická dlažba
2.05	Chodba	24,13	Laminát
2.06	Ložnice	20,48	Koberec
2.07	Šatna	5,10	Laminát

Tabulka 2 Legenda místností

Bezbariérové užívání stavby

Dům není navržen jako bezbariérový a nesplňuje požadavky vyhlášky č. 398/2009 Sb. [25].

Technologie výroby

Dům bude postaven za použití běžných stavebních postupů pro dřevostavby.

Konstrukční a stavebně technické řešení stavby

Řešeno v části D. 1.2.

Bezpečnost při užívání stavby

Dům bude postaven za použití certifikovaných materiálů a výrobků tak, aby při jeho užívání nedocházelo k nehodám, pádům a úrazům. Technická zařízení a rozvody budou mít vystaveny revizní zprávy a protokoly o způsobilosti k bezpečnému užívání.

Stavební fyzika

Tepelná technika

Stěna obvodová	$U=0,136 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Stěna vnitřní nosná	$U=0,307 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
SDK příčka	$U=0,450 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Střecha šikmá	$U=0,153 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Strop 2.NP	$U=0,149 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Strop 1.NP	$U=0,370 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Podlaha na zemině	$U=0,207 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Všechny konstrukce v objektu vyhoví na požadavky na součinitel prostupu tepla U [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$], dané normou ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov [32] – část 2 Požadavky. Pro teplotní oblast Ostrava a návrhové vnitřní teploty podle *Tabulky 3 Legenda místností* –

návrhová teplota, činí celková tepelná ztráta 9258 W. Z toho ztráta prostupem tepla činí 3981 W a ztráta větráním 5277 W. Z těchto hodnot byla stanovena roční potřeba tepla na vytápění, která je 55,02 GJ/rok.

Číslo místnosti	Účel místnosti	Plocha [m ²]	Návrhová teplota
1.01	Zádveří	5,63	18°C
1.02	Chodba	22,88	20°C
1.03	Technická místnost	5,15	18°C
1.04	Záchod	2,26	20°C
1.05	Koupelna	6,65	24°C
1.06	Ložnice	20,48	20°C
1.07	Spíž	4,97	Nevytápěná
1.08	Kuchyň	13,94	20°C
1.09	Obývací pokoj, jídlna	37,09	20°C
2.01	Pokoj	20,18	20°C
2.02	Obývací pokoj	30,85	20°C
2.03	Šatna	10,19	Nevytápěná
2.04	Koupelna	9,65	24°C
2.05	Chodba	24,13	20°C
2.06	Ložnice	20,48	20°C
2.07	Šatna	5,10	Nevytápěná

Tabulka 3 Legenda místností - návrhové teploty

Osvětlení a oslunění

Osvětlení obytných místností objektu je v souladu s vyhláškou č. 268/2009 Sb. Obecně technické požadavky na stavby [20].

Oslunění obytných místností objektu je v souladu s vyhláškou č. 268/2009 Sb. Obecně technické požadavky na stavby [20].

Akustika

Vážená vzduchová neprůzvučnost obvodové stěny byla stanovena přibližně na $R'_w = 48$ dB. Tato hodnota vyhoví požadavkům normy ČSN 73 0532 [35] pro obvodové stěny s ekvivalentní hladinou hluku za před fasádou, v době od 6h do 22h, 70 – 75 dB, respektive 60 – 65 dB pro dobu od 22h do 6h.

Vážená vzduchová neprůzvučnost vnitřní stěny byla stanovena přibližně na $R'_w = 44$ dB. Tato hodnota vyhoví požadavkům normy ČSN 73 0532 [35] pro stěny mezi obytnými místnostmi téhož bytu.

Pro stropní konstrukci byla hodnota vážené vzduchové neprůzvučnosti R'_w a hodnota vážené kročejové neprůzvučnosti odhadnuta z akustického katalogu Fermacell, konstrukcí s podobnou skladbou. Vážená vzduchová neprůzvučnost stropu byla stanovena přibližně na $R'_w = 59$ dB a vážená kročejová neprůzvučnost na $L'_w = 54$ dB. Tyto hodnoty vyhoví požadavkům normy ČSN 73 0532 [35] pro stropy mezi obytnými místnostmi téhož bytu.

Zásady hospodaření s energiemi

Budova je navržena podle normy ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov [32] – část 3 Návrhové hodnoty veličin, podle těchto kritérií:

Návrhová venkovní teplota:	$\theta_e = -15^\circ\text{C}$
Návrhová venkovní vlhkost vzduchu:	$\varphi_e = 84\%$
Převažující návrhová vnitřní teplota:	$\theta_i = 20^\circ\text{C}$
Návrhová vnitřní vlhkost vzduchu:	$\varphi_i = 50\%$
Zatížení větrem v krajině:	normální

Jednotlivé konstrukce jsou hodnoceny podle normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov [32] – část 2 Požadavky (*Tabulka 1 Vyhodnocení součinitele prostupu tepla*). Detailní vyhodnocení požadavků normy a skladby jednotlivých konstrukcí viz Příloha č. 2.

Pro návrhové hodnoty pro oblast Ostrava ($\theta_e = -15^\circ\text{C}$) byla vypočtena celková tepelná ztráta objektu stanovena na 9,258 kW. Z toho ztráta prostupem tepla činí 3981 W a ztráta větráním 5277 W. Z těchto hodnot byla stanovena roční potřeba tepla na vytápění, která je 55,02 GJ/rok.

Energetická náročnost budovy spadá do kategorie B – úsporná. Průkaz energetické náročnosti budovy je přílohou č. 8, respektive č. 9.

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Zemní práce

Před zahájením prací se objekt vytyčí a označí se výšková rovina $\pm 0,000$ m, od které se počítají ostatní výšky. Jako první dojde k sejmutí ornice do hloubky 300 mm od PT, ve vzdálenosti 500 mm od budoucích obvodových stěn objektu. Tato bude uložena na vhodném místě na staveništi a později použita na terénní úpravy na pozemku. Rýha pro základové pásy bude vykopána v šířce 400 mm pod obvodovými stěnami, do hloubky 1,100 m od původního terénu (tj. -1,450 m od $\pm 0,000$ m)

Základové konstrukce

Do vykopané rýhy se provede betonáž podkladní vrstvy, z betonu C 16/20, v tloušťce 100 mm. Do této vrstvy se zalije zemnicí pásek 30x4 mm FeZn, s vývody, a betonářská výztuž $\varnothing 8$ mm pro spřažení s další vrstvou. Další vrstvou je ztracené bednění Pressbeton ZB 25-30, které se vyskládá ve čtyřech řadách na zatvrdlou podkladní vrstvu. Do bednění se vysekají prostupy a osadí se chráničkou, podle projektové dokumentace, výkres číslo 6. Rohy budou svisle vyztuženy čtyřmi pruty betonářské oceli $\varnothing 8$ mm. Druhá a čtvrtá řada ztraceného bednění bude vyztužena dvěma horizontálně uloženými pruty $\varnothing 8$ mm. Ztracené bednění bude vybetonováno betonem C 16/20. V poslední řadě se nechá 100 mm, od vrchní hrany bednění, prázdné pro spřažení s další vrstvou. Prostor mezi základovými pásy se dosype drceným kamenivem frakce 16 – 32 mm. Kamenivo se řádně zhutní a zarovná se s horní hranou bednění. Z betonu C 16/20 se vybetonuje deska o tloušťce 100 mm. Vyztužená bude sítí z betonářské oceli $\varnothing 6$ mm, s velikostí ok 150x150 mm, při spodním a horním okraji desky. Horní hrana desky je ve výšce

– 0,250 m. Po vyzrání betonu se po celé ploše desky provede hydroizolace asfaltovými pásy Glastek 40 Special tl. 4 mm.

Svislé konstrukce

Na desku s provedenou hydroizolací upevníme základové prahy stěn, z profilů 40x160 mm, respektive 40x140 mm pro vnitřní stěny. Na základové prahy se osazují stěnové rámy. Rámy obvodových stěn jsou ze stojek z profilů 40x160 mm. Osová vzdálenost stojek je 625 mm. Prostorová tuhost, obvodových stěn, je zajištěna spojením s OSB deskou tl. 22 mm z vnitřní strany. Z vnitřní strany bude proveden instalační rošt, z dřevěných hranolů 50x60 mm, na který se kotví finální vnitřní vrstva, kterou je sádrokartonová deska, tl. 12,5 mm. Prostor mezi stojkami je vyplněn minerální vlnou Isover Orsik, tl. 160 mm. Z vnější strany jsou stojky zakryté dřevovláknitou deskou Steico Universal, tl. 22 mm. Na tuto dřevovláknitou desku se budou lepit a kotvit desky z minerální vlny Isover TF Profi o tloušťce 120 mm. Na izolaci se nanese Cemix lepící a stěrkovací hmota difúzní s vloženou perlinkou. Další vrstvou je Cemix penetrace silikát a nakonec finální vrstva omítky Cemix silikátová omítka, barvy okrové (Cemix OK 63).

Vnitřní stěny se skládají ze stojek 40x140 mm, které jsou osově vzdáleny 625 mm a jsou vyplněny minerální vlnou Isover Orsik, tl. 140 mm. Z obou stran je provedeno obití OSB deskami, s tloušťkou 15 mm, na které se kotví sádrokartonové desky, tl. 12,5 mm.

Spoje všech dřevěných prvků jsou realizovány pomocí nastřelovacích hřebíků Paslode RounDrive 3,8.

Vodorovné konstrukce

Podlaha na terénu se skládá z litého anhydritového potěru, tl. 60 mm, pod kterým jsou desky pro podlahové vytápění Dekperimetr PV NR – 75 s nopy pro uložení otopného potrubí. Pod tímto je ještě tepelná izolace z polystyrenu Dekperimetr 200 o tloušťce 140 mm. V místnostech bez podlahového vytápění nebude vrstva Dekperimetr PV NR – 75 a vrstva polystyrenu Dekperimetr 200 bude mít místo tl. 140 mm tl. 160 mm.

Strop nad 1.NP je z nosníků Posi – Joist, s osovou vzdáleností 500 mm. Tyto nosníky mají dřevěné pásnice a ocelové diagonály. V místě uložení jsou nosníky vyztuženy dřevěnými stojinami a mezi nosníky jsou vloženy ztužující desky 40x231 mm. U nosníků s rozpětím větším než 4 m jsou doprostřed rozpětí vloženy příčné ztužující desky, 40x100 mm. Záklop je z OSB desky, tl. 22 mm. Podlaha 2.NP je tvořena akustickými deskami Isover T – P, s tloušťkou 40 mm, a dvojicí plovoucích křížem kladených OSB desek, tl. 15 mm. Podhled stropu je bodově uchycen na akustických závěsech, délky 35 mm, a CD profilech. Osová vzdálenost CD profilů je 600 mm a prostory mezi nimi jsou vyplněny akustickou izolací Isover Piano tl. 40 mm. Samotný podhled tvoří sádrokartonová akustická deska Rigips MA 12,5.

Strop nad 2. NP je tvořen roštem z ocelových CD profilů 60x27x0,6 mm, který bude zavěšen na kleštinách krovu. Na roštu bude minerální izolace Isover Orsik o celkové tloušťce 220 mm. Z interiéru budou sádrokartonové desky a pod nimi vrstva parozábrany Dekfol N 140 Standard.

Nadokenní a nadedvevní překlady jsou provedeny z dřevěných sbíjených I nosníků, kde stojinu tvoří dvě desky, 40x200 mm, a pásnice desky, 40x160 mm, respektive 40x140 mm pro vnitřní stěny. Stojky v místech uložení překladů jsou zdvojené.

Spoje všech dřevěných prvků jsou realizovány pomocí nastřelovacích hřebíků Paslode RounDrive 3,8.

Zastřešení

Objekt je zastřešen dřevěným krovem, s krokviemi 60x240 mm, které jsou osově vzdálené 1000 mm a které jsou vyplněny tepelnou izolací z minerální vlny Isover Orsik. Pozednice mají rozměry 120x240 mm a jsou uloženy na stěnových rámech. Vrcholová a středové vaznice mají rozměry 120x240 mm a jsou podepírány čtyřmi sloupky, které jsou složeny ze tří desek 40x140 mm. Na krokvích je záklop z OSB desek, tl. 22 mm, na který přijde střešní krytina, asfaltový šindel Iko Superglass. Pod krokviemi je rošt z CD profilů 60x27x0,6 mm uchycených na krokrových závěsech. Vzdálenost roštu od krokví je 100 mm a tento prostor je vyplněn izolací Isover Orsik. Na roštu je provedena parozábranná vrstva Dekfol N 140 Standard, tato je zakryta sádrokartonovými deskami.

Spoje všech dřevěných prvků jsou realizovány pomocí nastřelovacích hřebíků Paslode RounDrive 3,8.

Schodiště

Schodiště v rodinném domě je celodřevěné, vyrobené z bukového dřeva. Konstrukce schodiště je samonosná, kotvená do podlahy 1.NP, stropu a zdí. Schodiště má 18 stupňů, s výškou stupně 170 mm a délkou stupně 290 mm a překonává konstrukční výšku podlaží + 3,070 m, s úhlem 30,45°. Výška zábradlí schodiště je 900 mm.

Výplně otvorů

V objektu jsou osazena okna od firmy Vekra, Eurookna Natura 78, s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,76 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a stavební hloubkou 78 mm [8].

Vchodové dveře v objektu jsou Vekra Smart 78, bez prosklení, se součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a stavební hloubkou 78 mm [8].

Střešní okna jsou použita okna Velux GZL s horním ovládáním a součinitelem prostupu tepla $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ [9].

Skladby konstrukcí

Stěna obvodová

- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm
- Instalační rošt, latě 60x50 mm	tl.	60	mm
- OSB 3 Superfinnish	tl.	22	mm
- Trámy 160x40 mm, výplň Isover Orsik	tl.	160	mm
- Dřevovláknitá deska Steico Universal	tl.	22	mm
- Isover TF Profi	tl.	120	mm
- Cemix lepící a stěrkový hmota, difúzní	tl.	2	mm
- Cemix Penetrace silikát	tl.	-	mm
- Cemix Silikátová omítka	tl.	2,5	mm

Stěna vnitřní

- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm
- OSB deska	tl.	22	mm
- Trámy 140x40 mm, výplň Isover Orsik	tl.	140	mm
- OSB deska	tl.	22	mm
- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm

Příčka

- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm
- 2x profil CW 75, výplň Isover Orsik	tl.	150	mm
- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm

Strop 2. NP

- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm
- Parozábrana Dekfol N140 Standart	tl.	-	mm
- Rošt z profilů CD 60x27 mm, zavěšeno na kleštinách krovu, výplň Isover Orsik	tl.	100	mm
- Isover Orsik	tl.	220	mm

Střecha šikmá

- Sádrokartonová deska	tl.	12,5	mm
- Parozábrana Dekfol N140 Standart	tl.	-	mm
- Rošt z profilů CD 60x27 mm, zavěšeno na krokvových závěsech, výplň Isover Orsik	tl.	100	mm
- Krokve KVH profily 240x60 mm, výplň Isover Orsik	tl.	240	mm
- OSB deska	tl.	22	mm
- Krytina Iko Superglass, asfaltový šindel	tl.	5	mm

Strop 1.NP

- Sádrokartonová deska akustická, RIGIPS MA 12,5	tl.	12,5	mm
- Rošt z CD profilů 60x27 mm, zavěšeno na akustických závěsech pro CD profily, výplň Isover Piano	tl.	35	mm
- Nosníky Posi – Joist PS9N	tl.	231	mm
- OSB deska	tl.	22	mm
- Isover T-P	tl.	40	mm
- 2x OSB deska, tl. 15 mm	tl.	30	mm

Podlaha na zemině (podlahové vytápění)

- Anhydritový potěr	tl.	60	mm
- Dekperimetr PV NR – 75	tl.	20	mm
- Dekperimetr 200	tl.	140	mm
- Hydroizolace Glastek 40 Special Mineral	tl.	4	mm

Podlaha na zemině (bez podlahového vytápění)

- Anhydritový potěr	tl.	60	mm
- Dekperimetr 200	tl.	160	mm
- Hydroizolace Glastek 40 Special Mineral	tl.	4	mm

D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení

Konstrukční systém stavby spadá do kategorie DP3 – hořlavý. Stanovení požárního zatížení a návrh požárně bezpečnostního řešení není součástí bakalářské práce.

D.1.4 Technika prostředí staveb – vytápění

a) Úvod

Objekt je dvoupodlažní rodinný dům, situovaný ve Staré vsi nad Ondřejnicí, na ulici Mlýnská 676. Dům má čtvercový půdorys a sedlovou střechu se sklonem 38°. Je navržený k celoročnímu obývání 6 osobami. Projekt vytápění je zpracovaný ve dvou variantách. Varianta I. je vytápěná plynovým kondenzačním kotlem a varianta II. tepelným čerpadlem. Otopná soustava kombinuje otopná tělesa a podlahové vytápění.

b) Podklady

Podkladem pro návrh otopné soustavy byla projektová dokumentace pro provádění stavby a příslušné vyhlášky a normy.

c) Základní technické údaje

Otopná soustava je navržena pro teplotní oblast Ostrava ($\theta_e = -15^\circ\text{C}$). Celková tepelná ztráta objektu je spočítána na 9,258 kW, z toho ztráta prostupem tepla činí 3981 W a ztráta větráním 5277 W. Z těchto hodnot byla stanovena roční potřeba tepla na vytápění, která je 55,02 GJ/rok.

Stanovení potřeby teplé vody podle ČSN 06 0320 [33]

Potřeba teplé vody na mytí osob

Počet osob $n_i = 6$, novostavba $p = 1$

$$V_O = n_i * \sum V_d \quad (5)$$

$$V_d = \sum (n_d * U * t * p) \quad (6)$$

Umyvadlo:

$$V_d = n_d * U * t * p = 3 * 0,14 * 0,014 * 1 = 0,00588 \text{ m}^3 \quad (7)$$

Vana:

$$V_d = n_d * U * t * p = 0,3 * 0,47 * 0,17 * 1 = 0,02397 \text{ m}^3 \quad (8)$$

Sprcha:

$$V_d = n_d * U * t * p = 1 * 0,23 * 0,11 * 1 = 0,0253 \text{ m}^3 \quad (9)$$

$$V_o = n * \sum V_d = 6 * (0,00588 + 0,02397 + 0,0253) = 0,3309 \text{ m}^3 \quad (10)$$

Potřeba teplé vody na mytí nádobí

$$V_j = n_j * V_d = 3 * 0,002 = 0,006 \text{ m}^3 \quad (11)$$

Potřeba teplé vody na úklid

$$n_u = 2,51 \text{ m}^2 \quad (13)$$

$$V_u = n_u * V_d = 2,51 * 0,02 = 0,05 \text{ m}^3 \quad (14)$$

$$V_{2p} = V_o + V_j + V_u = 0,3309 + 0,006 + 0,0344 = 0,3869 \text{ m}^3 = 386,9 \text{ l} \quad (15)$$

Stanovení potřeby tepla na ohřev vody podle ČSN 06 0320 [33]

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} \quad (16)$$

$$Q_{2t} = c * V_{2p} * (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 * 0,3869 * (60 - 10) = 22,498 \text{ kWh} \quad (17)$$

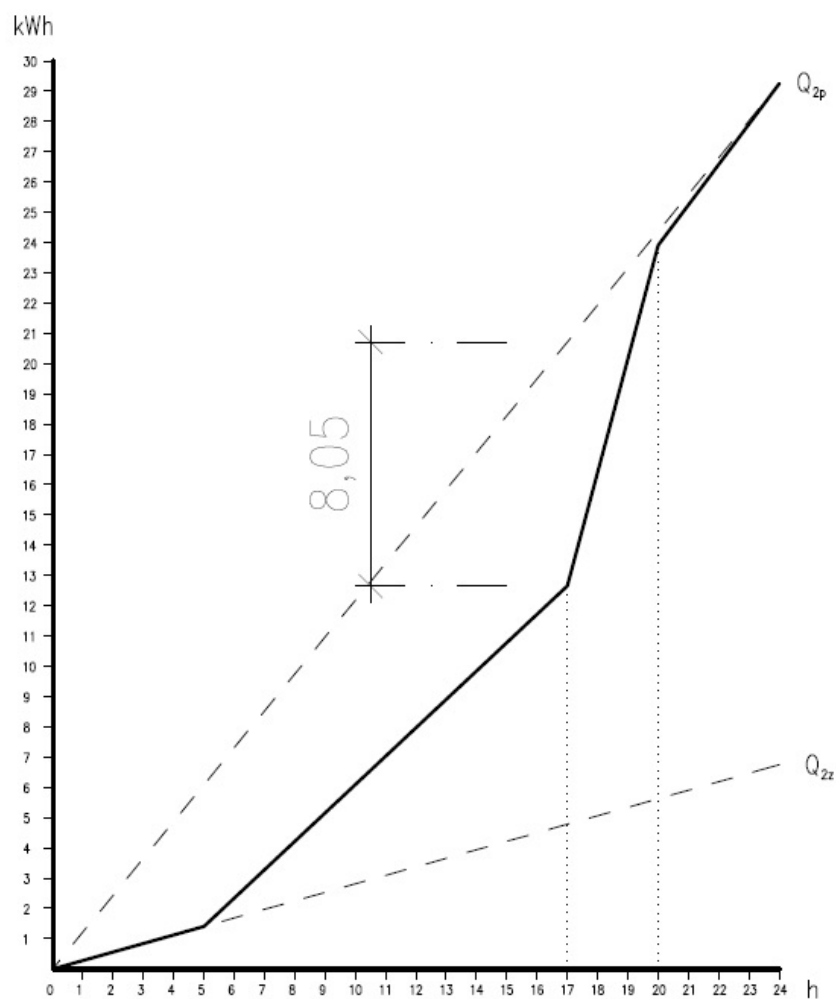
$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 13,66 * 0,3 = 6,749 \text{ kWh} \quad (18)$$

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 22,498 + 6,749 = 29,247 \text{ kWh} \quad (19)$$

$$5\text{h} - 17\text{h}: \quad 35\% \text{ z } Q_{2t} = 7,874 \text{ kWh} \quad (20)$$

$$17\text{h} - 20\text{h}: \quad 50\% \text{ z } Q_{2t} = 11,249 \text{ kWh} \quad (21)$$

$$20\text{h} - 24\text{h}: \quad 15\% \text{ z } Q_{2t} = 3,375 \text{ kWh} \quad (22)$$



Obrázek 1 Křivka odběru tepla

$$\Delta Q_{MAX} = 8,05 \text{ kWh} \quad (23)$$

Požadovaný výkon na ohřev teplé vody:

$$\Phi_{1N} = \frac{8,05}{24} = 0,335 \text{ kW} \quad (24)$$

Stanovení velikosti zásobníku teplé vody:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{8,05}{1,163 \cdot (60 - 10)} = 0,138 \text{ m}^3 = 138 \text{ l} \quad (25)$$

d) Zdroj tepla

I. Plynový kondenzační kotel

Navržen plynový kondenzační závěsný kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO [11], s výkonem 12 kW a s možností přípravy TV v externím nepřímo ohřívaném zásobník. Tento kotel bude umístěn v technické místnosti se spodní hranou ve výšce + 1,000 m. Podle ČSN 06 0320 [33] byla spočtena potřebná velikost zásobníku teplé vody na 138 l. Pod tímto kotlem bude umístěn zásobník TV Protherm FE 150 BM [11] s objemem 150 l. Pro instalaci tohoto zdroje tepla není zapotřebí žádných stavebních úprav. Jedná se o plynový spotřebič skupiny C, větrání technické místnosti není potřeba řešit. Přívod vzduchu a odvod spalin je řešen podle pokynů výrobce, tj. vertikálním koaxiálním potrubím Ø 60/100, vyvedeným na střechu objektu, s délkou do 10 m.

II. Tepelné čerpadlo

Pro variantu vytápění tepelným čerpadlem bylo navrženo čerpadlo země – voda se zemním plošným kolektorem. Jedná se o tepelné čerpadlo Ivar Diplomat Optimum G3 10 [12] se jmenovitým výkonem 10,2 kW a COP 4,6 při B0W35. Čerpadlo bude umístěno v technické místnosti na podlaze. Pro instalaci tepelného čerpadla je nutné zřídit prostup pro primární okruh čerpadla podle výkresové dokumentace. Větrání prostor, přívod a odvod spalin není zapotřebí řešit.

Návrh primárního okruhu tepelného čerpadla

Pro tepelné čerpadlo budou použit zemní plošný kolektor, který bude uložen na pozemku, v nezámrzné hloubce 1,2 m pod povrchem. Kolektor bude z potrubí HDPE s průměrem 32 mm uložených podle výkresové dokumentace. Tepelné čerpadlo budou používáno na vytápění a ohřev teplé vody, takže celkový potřebný výkon je:

$$Q = Q_{VT} + Q_{TUV} = 9506 + 335 = 9841W = 9,841kW \quad (26)$$

Z německé normy VDI 4640 [15] vyplývá maximální extrakční kapacita zeminy. V tomto případě uvažuje zeminu vlhkou a soudržnou a provoz na vytápění i ohřev teplé vody, 2400 h/ročně, takže 16-24 W/m² a 12 W/bm.

Maximální extrakční kapacita půdy podle normy VDI 4640		
Typ podloží	Max. specifická extrakční kapacita při 1800 prov. h/ročně	Max. specifická extrakční kapacita při 2400 prov. h/ročně
Suchá, nesoudržná půda	10 W/m ² a 5 W/bm	8 W/m ² a 4 W/bm
Soudržná, vlhká půda	20–30 W/m ² a 15 W/bm	16–24 W/m ² a 12 W/bm
Vodou nasycený písek/štěrk	40 W/m ² a 20 W/bm	32 W/m ² a 16 W/bm

Obrázek 2 Maximální extrakční kapacity půdy podle VDI 4640 [15]

Protože ne všechno teplo je ze zemního kolektoru, ale část vzniká činností kompresoru, odečteme od jmenovitého výkonu příkon kompresoru, který podle dokumentace výrobce činí 2,2 kW.

$$Q_Z = Q_N - Q_C = 10,2 - 2,2 = 8 \text{ kW} \quad (27)$$

Q_Z - teplo odebírané ze země

Q_N - jmenovitý topný výkon tepelného čerpadla

Q_C - příkon kompresoru tepelného čerpadla

Takže energie, kterou budeme odebírat ze země je 8 kW. Tento podělíme střední hodnotou extrakční kapacity půdy, abychom zjistili minimální plochu kolektoru.

$$A_{k,min} = \frac{8000}{20} = 400 \text{ m}^2 \quad (28)$$

Nyní spočítáme minimální délku primárního okruhu tepelného čerpadla.

$$l_{k,min} = \frac{8000}{12} = 666,67 \text{ m} \quad (29)$$

Minimální délka primárního okruhu čerpadla je 666,67 m. Potrubí HDPE se vyrábí v návinech 100, 120, 150 m. Výsledný návrh primárního okruhu tedy bude 5x150 m, celkem 750 m v pěti smyčkách. Je nutné použít 5 okruhový rozdělovač. Skutečná plocha kolektoru bude 423 m².

Pro zjištění rozteče potrubí vydělíme minimální plochu kolektoru, délkou potrubí.

$$b = \frac{A_{k,min}}{l} = \frac{400}{720} = 0,56 \text{ m} \quad (30)$$

e) Otopná soustava

Jedná se o dvoutrubkovou teplovodní soustavu s přívodním a zpátečním potrubím. Otopná soustava kombinuje otopná tělesa a podlahové vytápění. Tepelný spád otopné soustavy je 40/35 °C.

Rozvody otopné soustavy jsou vedeny zejména volně instalačním roštu, podél obvodových stěn. Větev zásobující rozdělovač podlahového vytápění je vedena volně po zdi technické místnosti. Větvě otopných těles v zádveří, v chodbě v 1.NP, v chodbě v 2.NP a trubkové těleso v koupelně v 2.NP, jsou vedeny ve vnitřních stěnách. Dřevěné stojky stěny jsou opatřeny zářezy podle dimenze potrubí, do kterých je potrubí uloženo.

Rozdělovač a sběrač podlahového vytápění je umístěn v rohu technické místnosti. Jednotlivé okruhy podlahového vytápění jsou vedeny v podlaze, nopech tepelně izolační desky pro podlahové vytápění DEKPERIMETR PV NR-75 50. Okruh pro vytápění koupelny prochází stěnou, ostatní okruhy prochází dveřmi.

Rozvody otopné soustavy jsou z vícevrstvého potrubí Ivar Alpex Duo XS, dimenzích:

16x2 mm

18x2 mm

20x2 mm

26x3 mm

32x3 mm

Pro rozvod podlahového vytápění je použito potrubí Ivar Alpex Turatec s dimenzí 16x2 mm.

Potrubí je spojováno tvarovkami Ivar Press PPSU. Použité kolena, redukce a T-kusy jsou rovněž Ivar Press PPSU.

Potrubí otopné soustavy bude zaizolováno izolací z minerální vlny, Rockwool Flexorock, v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. [27] takto:

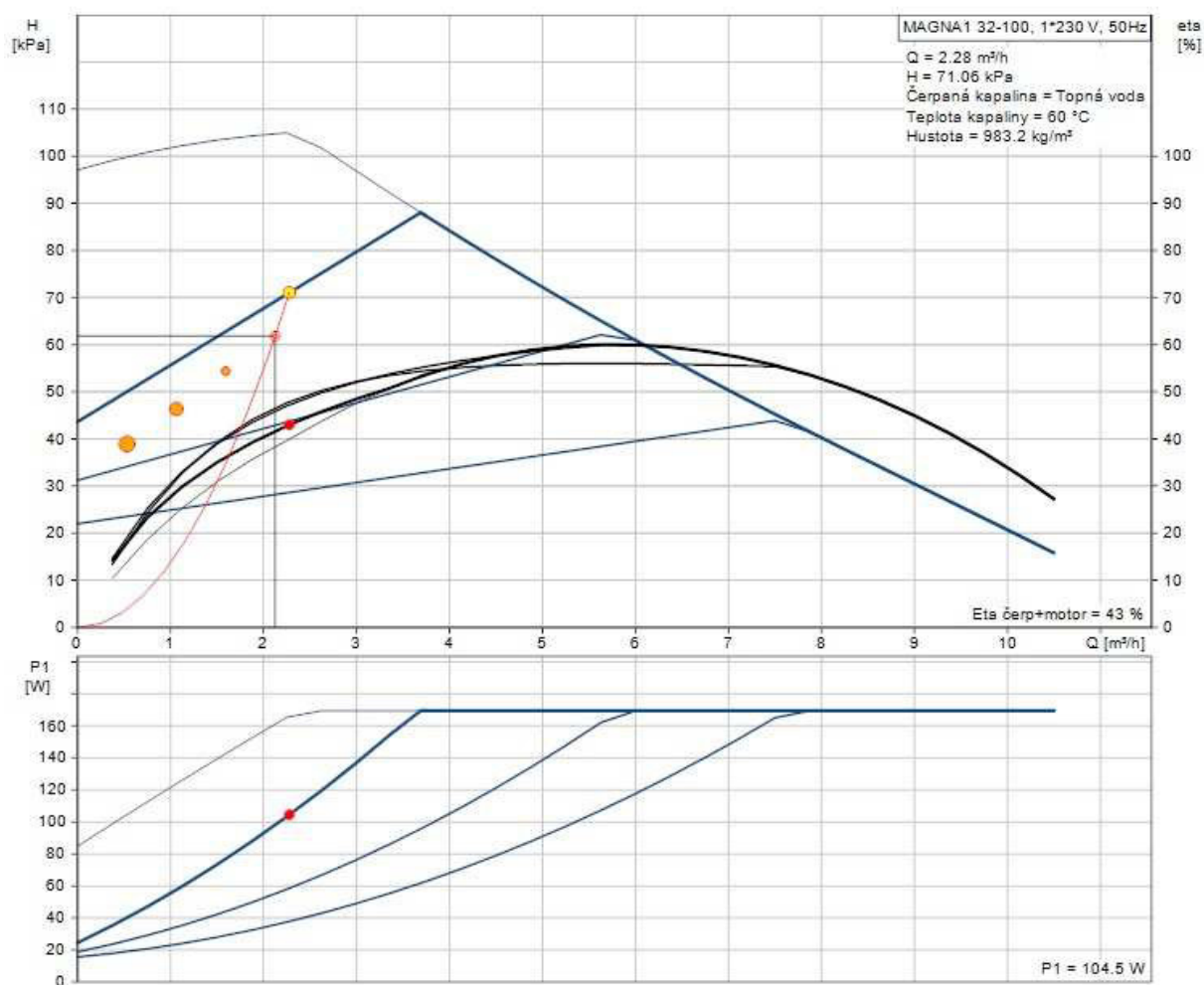
Dimenze [d x tl. stěny]	tl. izolace [mm]	Součinitel prostupu tepla U [W/m*K]	Požadavek na U [W/m*K] podle vyhlášky č. 193/2007
16x2 mm	25	0,146	0,15
18x2 mm	30	0,143	0,15
20x2 mm	40	0,133	0,15
26x3 mm	40	0,151	0,18
32x3 mm	40	0,170	0,18

Tabulka 4 Výpis tepelné izolace potrubí

Vypouštění soustavy je možné výpustnými kulovými kohouty osazenými před kotlem. Odvzdušňování soustavy je možné přes odvzdušňovací ventily, které jsou osazené na otopných tělesech a odvzdušňovacím ventilem na rozdělovači podlahového vytápění.

f) Oběhové čerpadlo

Z dimenzování otopné soustavy byla zjištěna potřebná dopravní výška čerpadla 61,838 kPa a příslušný průtok 2132 kg/h. Podle těchto parametrů bylo navrženo oběhové čerpadlo Grundfos Magna 1 32-100 [13]. Toto oběhové čerpadlo bude použito pro obě varianty návrhu.



Obrázek 3 Výkonová křivka oběhového čerpadla [13]

g) Expanzní nádoba

I. Plynový kondenzační kotel

Expanzní nádoba je integrována v kotli a má objem 8 l. Nejvyšší dovolený tlak v soustavě jsou 3 bary a objem vody v soustavě je 191 l. Součinitel zvětšení objemu je uvažován pro teplotu 55°C. Nádobu posoudíme podle vzorce:

$$V_{et} = 1,3 * V_o * n * \frac{1}{\eta} \quad (31)$$

$$\eta = \frac{p_{h,dov,A} - p_{d,A}}{p_{h,dov,A}} \quad (32)$$

$$p_{d,A} = \rho * g * h * 10^{-3} + p_B \quad (33)$$

$$p_{d,A} = 1000 * 9,81 * 4 * 10^{-3} + 100 = 139,24 \text{ kPa} \quad (34)$$

$$\eta = \frac{300 - 139,24}{300} = 0,53587 \quad (35)$$

$$V_{et} = 1,3 * 191 * 0,01413 * \frac{1}{0,53587} = 6,54 \text{ l} \quad (36)$$

Minimální nutný objem expanzní nádoby je 6,54 l. Expanzní nádoba v kotli s objemem 8 l je dostatečná.

II. Tepelné čerpadlo

Minimální objem expanzní nádoby otopné soustavy je 6,54 l. Navržena expanzní nádoba Regulus Aquafill HS008, s objemem 8 l [14].

Pro primární okruh tepelného čerpadla navržena expanzní nádoba Regulus Aquafill HS005, s objemem 5 l [14]. Nejvyšší dovolený tlak v soustavě je 1,5 baru a objem vody v soustavě je 457 l. V okruhu je nemrznoucí směs vody a etanolu. Součinitel zvětšení objemu je uvažován pro vodu o teplotě 20°C.

$$p_{d,A} = \rho * g * h * 10^{-3} + p_B \quad (37)$$

$$p_{d,A} = 1000 * 9,81 * 1 * 10^{-3} + 100 = 109,91 \text{ kPa} \quad (38)$$

$$\eta = \frac{150 - 109,91}{150} = 0,2672 \quad (39)$$

$$V_{et} = 1,3 * 457 * 0,0021 * \frac{1}{0,2672} = 4,67 \text{ l} \quad (40)$$

Minimální nutný objem expanzní nádoby primárního okruhu je 4,67 l. Expanzní nádoba, Regulus Aquafill HS005, s objemem 5 l, je dostatečná.

h) Pojistný ventil

I. Plynový kotel

Pojistný ventil je součástí kotle.

II. Tepelné čerpadlo

Navržen pojistný ventil otopné soustavy Ivar PV 527 1“ x 5/4“ s plochou výstupního otvoru $S = 490 \text{ mm}^2$ a výtokovým součinitelem $\alpha_w = 0,88$ [12]. Maximální dovolený tlak v soustavě je 2,5 bar.

$$S_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}} = \frac{2 \cdot 10,2}{0,88 \cdot \sqrt{2,5}} = 14,66 \text{ mm}^2 \quad (41)$$

Minimální vypočtená plocha pojistného ventilu otopné soustavy je $S_0 = 14,66 \text{ mm}^2$, to je méně než plocha navrženého pojistného ventilu. Navržený pojistný ventil je vyhovující.

Navržen pojistný ventil primárního okruhu tepelného čerpadla, Ivar PV KD 1/2“ x 3/4“ s plochou výstupního otvoru $S = 113 \text{ mm}^2$ a výtokovým součinitelem $\alpha_w = 0,444$ [12]. Za topný výkon dosazen výkon zemního kolektoru, tj.: $12 \text{ W/bm} \cdot \text{délka potrubí}$. Maximální dovolený tlak v okruhu je 1,5 bar.

$$Q_p = 12 \cdot 750 = 9000 \text{ W} \quad (42)$$

$$S_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_w \cdot \sqrt{p_{ot}}} = \frac{2 \cdot 9}{0,88 \cdot \sqrt{1,5}} = 33,10 \text{ mm}^2 \quad (43)$$

Minimální vypočtená plocha pojistného ventilu primárního okruhu je $S_0 = 33,10 \text{ mm}^2$, to je méně než plocha navrženého pojistného ventilu. Navržený pojistný ventil je vyhovující.

i) Otopné plochy

V objektu jsou použita desková otopná tělesa KORADO Radik VK [16], se spodním připojením, výšky 600mm, šířka a typ dle výkresové dokumentace. Tělesa jsou uchycena na zdi objektu podle pokynů výrobce. V koupelně v 1.NP a v koupelně v 2.NP jsou použita trubková otopná tělesa KORADO Koralux Linear Max [16], s rozměry dle výkresové dokumentace.

Podlahové otopné plochy se nacházejí v koupelně v 1.NP, v obývacím pokoji, v kuchyni a v ložnici. Had otopného potrubí je uložen mezi nopy izolační desky pro podlahové vytápění DEKPERIMETR PV NR-75 50.

V koupelně v 1.NP končí otopná plocha 910 mm od kraje místnosti, kde se bude nacházet sprchový kout. Rozestup potrubí je 75 mm a povrchová teplota podlahy je $31,8^\circ\text{C}$. Podlaha v koupelně je řešena keramickou dlažbou.

Otopná plocha v obývacím pokoji je rozdělena na 2 topné okruhy, aby maximální délka topného hada nepřesahovala 120 m. Rozestup potrubí je 150 mm. V otopné ploše pokoje je vynechaný pruh široký 1,5 m pro umístění nábytku. Podlaha v obývacím pokoji je laminátová, pod kterou je podložka Starlon TOP pro podlahové vytápění. Povrchová teplota podlahy je 25°C .

V kuchyni je vynechaná plocha tvaru L podél obvodové stěny, kde bude umístěna kuchyňská linka. Otopná plocha v kuchyni je rozdělena na 2 topné okruhy, aby maximální délka topného hada nepřesahovala 120 m. Rozestup potrubí je 225 mm. Podlaha v kuchyni je pokryta keramickou dlažbou a má povrchovou teplotu $27,7^\circ\text{C}$.

V ložnici pokrývá otopná plocha celou plochu pokoje. Rozestup potrubí činí 300 mm. Podlaha je laminátová, pod kterou je podložka Starlon TOP pro podlahové vytápění. Povrchová teplota podlahy je $23,5^\circ\text{C}$.

j) Armatury a regulace

Přímé uzavírací ventily, zpětné ventily, odvzdušňovací ventily, pojistné ventily, vypouštěcí kohouty a redukce příslušných dimenzí jsou použity podle výkresové dokumentace

Otopná tělesa jsou osazeny regulačním šroubením ½“, termostatickými hlavicemi Heimeier VHF a dále odvzdušňovacím a vypouštěcím kohoutem.

Rozdělovač podlahového vytápění, Ivar CS 553 VP 7 cestný [12], je opatřený uzavíracími ventily, regulačními šroubeními s průtokoměry, automatickým odvzdušňovacím ventilem, výpustným ventilem a teploměrem.

Rozdělovač primárního okruhu tepelného čerpadla, Ivar CS 501 NS 5 cestný [12], je použitý ve variantě II. vytápění tepelným čerpadlem a je osazen vstupními kulovými uzávěry.

Otopná soustava je regulována zejména přednastavením a uzavíráním termostatických hlavic a regulačních šroubení na otopných tělesech a přednastavením regulačních šroubení na rozdělovači podlahového vytápění. Dále je soustava je opatřena směsným trojcestným ventilem se servopohonem, ovládaným bezdrátovým termostatickým ovladačem, Ivar AM 20W [12], umístěným v 1.NP v obývacím pokoji.

k) Závěr

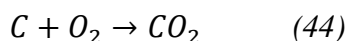
Před uvedením soustavy do provozu musí být provedeno propláchnutí soustavy a podle ČSN 06 0310 [36] úspěšné zkoušky těsnosti a zkoušky provozní. Zkouška těsnosti podlahových okruhů musí být provedena před prováděním betonáže podlah. Při betonáži musí potrubí vystaveno zkušebnímu přetlaku. U varianty II. musí být provedena zkouška těsnosti primárního okruhu tepelného čerpadla. Při zasypávání tohoto okruhu musí být potrubí vystavené zkušebnímu přetlaku. Výsledky zkoušek těsnosti a provozních zkoušek budou uvedeny v protokolu o zkoušce.

Otopná soustava byla navržena podle požadavků platné legislativy České republiky, podle platných vyhlášek a norem a podle požadavků investora.

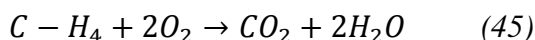
Kondenzační technika

Plynové kondenzační kotle si v současnosti získávají čím dál větší oblibu, jednak díky dotačním programům Zelená úsporám a Nová zelená úsporám, ale taky kvůli obecně zvětšujícímu se důrazu na zdroje šetrné k ovzduší a životnímu prostředí a v neposlední řadě také na úsporné zdroje, vzhledem ke stále zvyšující se ceně energií.

Pro pochopení problematiky kondenzačních kotlů je třeba začít u zemního plynu, respektive paliv a hoření obecně. Paliva jsou látky, které při zvýšení teploty na zápalnou teplotu a dostatečném přísunu vzduchu, hoří. Základní obecná chemická rovnice dokonalého hoření (tj. za dostatečného přísunu vzduchu) vypadá takto:



Paliva se ovšem neskládají pouze z uhlíku, ale z uhlovodíkových řetězců různých délek a příměsí dalších látek. Takže rovnice (například pro metan) bude ve skutečnosti vypadat takto:



Je tedy patrné, že spalováním uhlovodíkových paliv vzniká kromě suchých spalin (obsahujících CO_2) také voda ve formě vodní páry. Dále můžeme ve spalinách najít oxid siřičitý a oxidy dusíku. Jednotlivá paliva se potom odlišují v poměru vodíku a uhlíku, a tím i v množství vodní páry vzniklé při spalování.

Palivo	Poměr H:C
Uhlí	0,5:1
Těžké topné oleje	1,8:1
Lehké topné oleje	2:1
Zemní plyn	4:1

Tabulka 5 Poměr vodíku a uhlíku v palivech [3]

Tepelnou kvalitu paliva popisujeme pomocí výhřevnosti a spalného tepla. Spalné teplo (J/m^3 , J/kg) je energie, která se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva. Výhřevnost (J/m^3 , J/kg) je energie spalného tepla zmenšená o energii potřebnou k vypaření vody obsažené v palivu. Princip kondenzačních kotlů spočívá právě ve využití této energie, která se použila k vypaření vody. Tato energie se také označuje jako entalpie neboli tepelný obsah spalin. Entalpie vyjadřuje množství tepla ve vlhkých spalinách a závisí na teplotě spalin a obsahu vodních par.

Pro proces spalování je také velmi důležité množství vzduchu přiváděné do reakce hoření. Při tzv. stechiometrickém spalování je do reakce přivedeno pouze takové množství vzduchu, které je potřebné pro proces hoření, neboli reakce probíhá bez přebytku vzduchu. Většina hoření ale probíhá s přebytkem vzduchu. Tento přebytek vyjadřujeme součinitelem přebytku vzduchu λ .

$$\lambda = 1 + \frac{\text{přebytek vzduchu v \%}}{100} \quad (46)$$

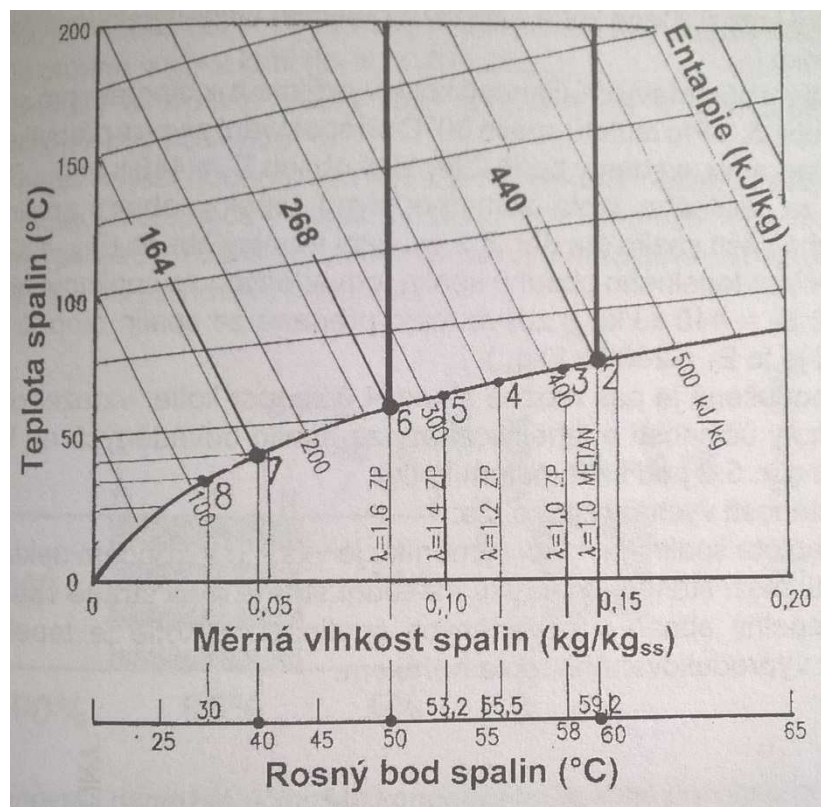
Pro co nejefektivnější využití kondenzačních kotlů je zapotřebí co nejmenší přebytek spalovacího vzduchu a nízká teplota otopné vody. Při spalování zemního plynu s přebytkem vzduchu $\lambda=1$ je rosný bod spalin $59,2^\circ\text{C}$. Při této teplotě mají spaliny tepelný obsah $E_{\text{RB}}=440 \text{ kJ/kg}_{\text{ss}}$ (kJ na kilogramy suchých spalin). Po ochlazení spalin ve výměníku kotle na 40°C je entalpie spalin $E_{40}=164 \text{ kJ/kg}_{\text{ss}}$. Do kotle tedy bylo předáno teplo (47).

$$E=E_{\text{RB},\lambda=1} - E_{40}= 440 - 164 = 276 \text{ kJ/kg}_{\text{ss}} \quad (47)$$

Teplota rosného bodu spalin se snižuje s rostoucím přebytkem vzduchu λ a tím se snižuje i obsah využitelného tepla ve spalinách. Při přebytku vzduchu $\lambda=1,6$ je už rosný bod spalin 50°C a jejich energie je $E_{\text{RB},\lambda=1,6}=268 \text{ kJ/kg}_{\text{ss}}$. Takže po ochlazení na 40°C získáme pouze (48).

$$E=E_{\text{RB},\lambda=1,6} - E_{40}= 268 - 164 = 104 \text{ kJ/kg}_{\text{ss}}. \quad (48)$$

Pokud by ale současně byla teplota topné vody vyšší a jsme ochladili spaliny pouze na 50°C , nezískáme už kondenzací žádnou energii.

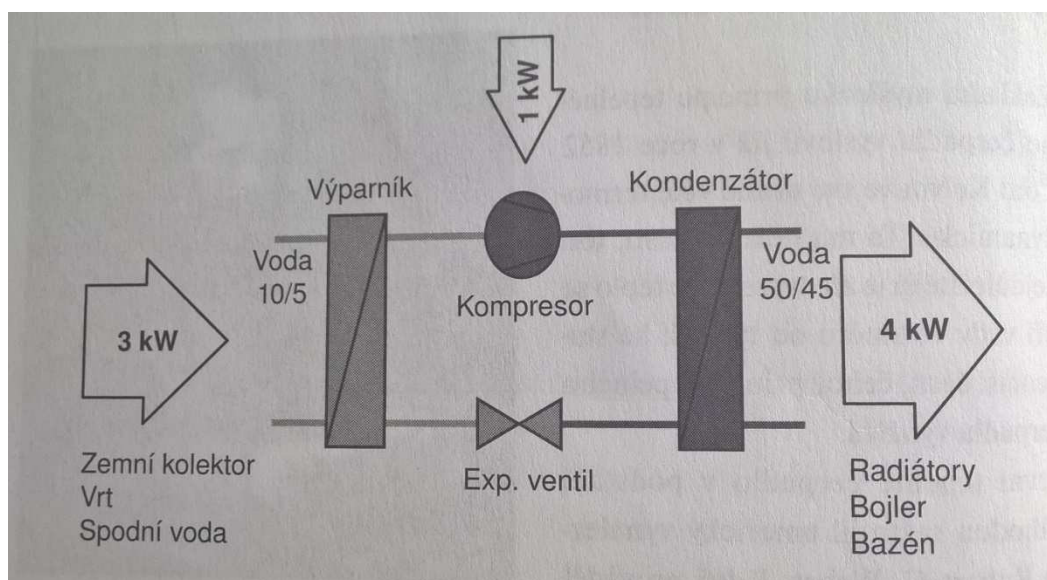


Obrázek 4 Tepelný obsah spalin zemního plynu [3]

K efektivnímu užívání plynových kondenzačních spotřebičů je tedy důležité navrhnout a používat kotel v nízkoteplotní otopné soustavě, s tepelným spádem 40/30 nebo 45/35. Při vyšších teplotních spádech ztrácí kondenzační technologie smysl. Zároveň je potřeba hlídat přebytek spalovacího vzduchu. Tento bývá nejmenší při využívání kotle na jeho jmenovitý výkon a roste při snižování používaného výkonu kotle. Proto je dobré zbytečně kotel nepředimenzovávat, aby mohl pracovat co nejblíže jmenovitému výkonu, nebo při užití silnějšího kotle použít jeho plný výkon na průtokový ohřev vody nebo nabíjení zásobníku tepla.

Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou jedním z alternativních zdrojů energie. Teplo je odebíráno z okolního prostředí, kompresorem převedeno na vyšší teplotní hladinu a použito k ohřevu vody nebo vytápění. energii odebírána prostřednictvím nemrznoucí kapaliny. Tato kapalina se vede do výparníku, kde se nízkopotenciální energie z prostředí předá chladivu uvnitř tepelného čerpadla. Chladivo se vypaří a plyn je kompresorem stlačen. S rostoucím tlakem, stoupá teplota a nízkopotenciální teplo se zvedne na vyšší hladinu (až 80°C). Poté chladivo putuje do kondenzátoru, kde se teplo předává otopné vodě a chladivo se mění na kapalinu, která přes expanzní ventil putuje zpět do výparníku. Potrubí v zemi s nemrznoucí kapalinou označujeme jako primární okruh a otopnou soustavu jako sekundární okruh.



Obrázek 5 Princip tepelného čerpadla [2]

Parametrem, který určuje účinnost tepelného čerpadla, je topný faktor (COP – Coefficient of Performance). Jedná se o bezrozměrné číslo, které vyjadřuje poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektřinou. U velmi dobrých tepelných čerpadel s ideálními podmínkami může být topný faktor až 7. Normální rozpětí se ale pohybuje od 2,5 až 5. Pro čerpadla země – voda se standardně udává COP B0/W35, kde B0 znamená teplotu vstupní tekutiny z primárního okruhu 0°C a W35 je teplota vody na výstupu do sekundárního okruhu 35°C. U čerpadel vzduch – voda se udává COP A2/W35, kde A2 znamená teplotu venkovního vzduchu 2°C a W35 zase teplotu otopné vody. Topný faktor, a tím i účinnost, je vyšší, pokud je nižší teplota otopné vody.

Asi nejpoužívanějším typem tepelného čerpadla je čerpadlo země – voda. Dá se také říct, že tento systém je nejstabilnější. Pro odebírání tepla ze země využíváme buď zemní kolektor, nebo geotermální vrty. Zemní kolektor je nejméně náročný na finance a realizaci. Je ale potřeba velký pozemek, který už dále nebude moci být upravován. Tyto plošné kolektory využívají energii slunce, která se v letních měsících akumuluje v horních vrstvách zeminy. Proto se používá relativně malá hloubka kolektorů, 1,2 – 1,5 m. Potrubí pro kolektor je nejčastěji HDPE a délka jednotlivých smyček by měla být v rozmezí 100 – 300 m. Případě jedné smyčky dlouhé 400 m dosáhne kapalina maximální teplotu už zhruba po prvních 200 m a dál už se neohřívá kvůli příliš malému teplotnímu spádu mezi kapalinou a zeminou. Proto je výhodnější navrhnout více kratších smyček. Geotermální vrty jsou primárním zdrojem energie pro tepelná čerpadla. Mají vyšší náklady na realizaci, ale jsou nenáročné na prostor a jsou nezávislé na vlivu počasí. V případě využití vrtů v letních měsících se navíc energie ukládá pro vytápění v zimních měsících. Hloubka vrtů se obvykle pohybuje od 70 do 140 m. Do vrtů se potom zavádí koaxiální sondy nebo dvojité U. Vzdálenost jednotlivých vrtů od sebe by neměla být menší než 10 m.

Tepelná čerpadla vzduch – voda jsou nejuniverzálnější a lze je namontovat na jakoukoli stavbu. Primární okruh je zde nahrazen vzduchem proháněným přes výměník. Nejsou potřeba žádné zemní práce a tím pádem je i pořizovací cena nižší. Nevýhodou je naopak, že výkon tepelného čerpadla záleží na teplotě okolního vzduchu, která se mění daleko více než teplota zeminy. Proto se v podstatě nedají používat jako monovalentní zdroje, ale je nutné je kombinovat s dalším zdrojem vytápění. Rovněž nejsou vhodné do oblastí s trvale nízkými teplotami vzduchu. Pozornost je také třeba věnovat umístění tepelného čerpadla, kterým proteče řádově tisíce m³/h, což může být výrazným zdrojem hluku. Zajímavou možností využití čerpadla vzduch – voda může být použití současně se vzduchotechnikou a využívání odpadního vzduchu z místností.

Tepelná čerpadla voda – voda mají ze všech čerpadel nejvyšší topné faktory, ale problematické bývá jejich umístění vzhledem k nedostatku vhodných lokalit. Využívaná voda může být povrchová nebo podzemní, která má stabilní teplotu kolem 10°C. Pro využití podzemní voda je třeba mít dvě studny, čerpací a vsakovací, která musí být od sebe vzdáleny minimálně 15 m. Pro rodinný dům je potřeba stabilní průtok alespoň 0,5 l/s. Také je zapotřebí, aby ve vodě nebyly mechanické nečistoty, které by mohly ucpávat čerpadlo a výměník.

Posouzení

Rozhodování, které z navrhovaných řešení je lepší, není jednoduché. Každý ze systémů má své nesporné výhody, ale i nevýhody. Plynová technika je bezpochybně levnější, dostupnější a běžnější. Kromě nižší pořizovací ceny lze tedy očekávat i levnější a více dostupnou montáž a servis. Tepelné čerpadlo je velmi ekologický a velmi drahý zdroj tepla. Kromě toho, pokud je použit zemní kolektor, jako v tomto případě, tak znehodnocuje pozemek. Plochu od severovýchodní hranice pozemku až k domu (celkem 423 m²) bude možné nadále využívat pouze jako travnatou plochu.

Pořizovací náklady jsou převzaty z ceníků výrobců [11, 12] a ceny přípojek a zemních prací z tabulek Ústavu územního rozvoje [18].

Ceny jsou včetně DPH.

Varianta I. pořizovací náklady

- Protherm Gepard Condens 12 MKO	
v sestavě s externím zásobníkem TUV 150 l	55 866,-
- Odvod spalín a přívod vzduchu	10 551,-
- Plynová přípojka a HUP	24 281,-
	<hr/>
Pořizovací cena celkem	90 698,- Kč

Varianta II. pořizovací náklady

- Ivar Diplomat Optimum G3 10	254 700,-
- Primární okruh	
o Výkop (třída těžitelnosti zeminy II)	
423 m ² * 1,2 m = 507,6 m ³	53 298,-
o Potrubí HDPE 32x3 720 m	18 750,-
	<hr/>
Pořizovací cena celkem	326 748,- Kč

Z čísel je patrné, že pořizovací náklady tepelného čerpadla jsou více než 3,6 x větší než náklady na pořízení kondenzačního kotle. Tyto výsledky nejsou překvapivé a byly očekávané. Oblast, kde by mělo tepelné čerpadlo šetřit, je provoz.

Varianta I. cena provozu

Výpočtem podle ČSN 06 0320 [33] byla zjištěna potřeba tepla na ohřev vody na den, 22,5 kWh (17). To znamená 8 212,5 kWh za rok. Roční potřeba tepla je 55,02 GJ, tj. v kWh, 15 283 kWh. Celkem tedy 23 495 kWh. Jmenovitý průtok plynu kotlem při maximálním výkonu je 1,6 m³/h. Spotřeba plynu za rok tedy činí:

$$V_g = \frac{Q_{rok}}{p_{max}} = \frac{23495,5}{12} = 1957,95 \text{ m}^3 \quad (49)$$

Protože je v dnešní době složité zjistit cenu 1 m³ plynu vzhledem k množství tarifů, stálých složek platby apod., převzal jsem z webových stránek TZB Info [15] cenu plynu přepočtenou na 1 kWh, tj. 1,246 Kč/kWh. Cena za rok provozu, na vytápění a ohřev vody, potom bude:

$$Q_{rok} * 1,246 = 29\,275,4 \text{ Kč} \quad (50)$$

Při posuzování těchto zdrojů tepla, je ale důležité započítat i spotřebu elektrické energie na osvětlení, vaření, praní, mytí nádobí a provoz dalších spotřebičů. Tuto referenční spotřebu jsem odhadl na 5200 kWh/rok. Cena za 1 kWh bude v tomto případě 3,99 Kč/kWh.

$$5200 \text{ kWh} * 3,99 \text{ Kč/kWh} = 20\,748 \text{ Kč} \quad (51)$$

Náklady na roční provoz domu tedy budou 50 024 Kč.

Varianta II. cena provozu

Ve variantě II. je objekt vytápěný tepelným čerpadlem země – vzduch Ivar Diplomat Optimum G3 10, se jmenovitým výkonem 10,2 kW a COP 4,6 při B0W35. COP při B0W40 potom bude 4,2. Potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody činí 23 495,5 kWh. Potřeba elektřiny na tento výkon bude:

$$\frac{Q_{rok}}{COP} = \frac{23495,5}{4,2} = 5594,17 \text{ kWh}_e \quad (52)$$

Je zapotřebí vzít v úvahu fakt, že když bych se rozhodl pro tepelné čerpadlo, tak dostanu lepší cenu elektřiny než u vytápění plynem. Díky tomu je pak výhodnější i elektřina na provoz spotřebičů. Pro výpočet ceny jsem opět použil hodnotu z TZB Info a to průměr z cen NT a VT, 2,21 Kč/kWh a stejnou uvažovanou spotřebu spotřebičů 5200 kWh/rok.

$$5594 \text{ kWh} * 2,21 \text{ Kč/kWh} = 12\,362,74 \text{ Kč} \quad (53)$$

$$5200 \text{ kWh} * 2,21 \text{ Kč/kWh} = 11\,492 \text{ Kč} \quad (54)$$

Náklady na roční provoz domu tedy budou 23 855 Kč.

Zjistili jsme, že úspora v ceně ročního provozu domu je zásadní. S tepelným čerpadlem jsou roční náklady o více než polovinu menší. Vyplatí se ale počáteční investice? Rozdíl v pořizovacích cenách je 236 050,- Kč. Rozdíl v ročních nákladech je 26 169,- Kč. Za předpokladu, že ceny elektřiny a plynu budou růst rovnoměrně a že zůstanou ve stejném vzájemném poměru jako dnes, se investice do tepelného čerpadla vrátí, na úsporách za provoz, za 9 let.

Závěr

Jak vyplývá z posouzení, pořizovací náklady tepelného čerpadla se vrátí za 9 let. Je třeba si ale položit otázku, jak dlouho vydrží takové tepelné čerpadlo pracovat bez problémů a závad. Výrobce poskytuje na čerpadlo prodlouženou záruku 5 let. Ale co potom? Výrobci obecně udávají životnost kompresoru, který je nejopotřebovávanější částí, kolem 20 let. Tato obchodní tvrzení bych bral s jistou rezervou. Počítám tedy, že 9 let, které jsou potřeba k vyrovnání pořizovací ceny tepelného čerpadla, kompresor zvládne bez problémů a jeho skutečnou životnost bych odhadoval přibližně na 15 let. Nejde ale pouze o technickou životnost, ale i o životnost morální. Kolik lidí má dnes 15 a více let starý kotel? Svět a technologie se dnes vyvíjejí velmi rychle, a tak za 5 nebo 10 let mohou být (a s velkou pravděpodobností také budou) dostupné daleko sofistikovanější a efektivnější zdroje tepla než v současné době. Tepelné čerpadlo bych použil v případě, že by vedle otopné soustavy byl navržen i ventilační systém a čerpadlo by v létě fungovalo v režimu chlazení. Tím by se do jisté míry i „nabíjel“ a regeneroval zemní kolektor a užitná hodnota tepelného čerpadla by byla daleko vyšší a návratnost kratší. Domnívám se, že v tomto projektu, kde je použito tepelné čerpadlo pouze na vytápění a ohřev teplé vody, je výhodnější instalovat kondenzační kotel i přes jeho vyšší provozní náklady.

Seznam příloh

1. Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla (Teplo 2011)
2. Výpočet tepelných ztrát objektu (Ivar CS Techcon ICS)
3. Ztráty budovy obálkovou metodou (Ztráty 2011)
4. Tepelná bilance (Ivar CS Techcon ICS)
5. Výpočet energetické náročnosti budovy – Varianta I. Plyn (Energie 2013)
6. Výpočet energetické náročnosti budovy – Varianta II. Tepelné čerpadlo (Energie 2013)
7. Průkaz energetické náročnosti budovy – Varianta I. Plyn (Energie 2013)
8. Průkaz energetické náročnosti budovy – Varianta II. Tepelné čerpadlo (Energie 2013)
9. Dimenzování otopné soustavy (Ivar CS Techcon ICS)
10. Seznam místností okruhů (Ivar CS Techcon ICS)
11. Technický list Protherm Gepard Condens 12 MKO
12. Technický list Protherm FE 150 BM
13. Technický list Grundfos Magna 1 32-100
14. Technický list Ivar Diplomat Optimum G3 10

Seznam výkresů

1. Výkres půdorysu 1.NP (A2, 1:50)
2. Výkres půdorysu 2.NP (A2, 1:50)
3. Výkres řezu A-A' (A2, 1:50)
4. Výkres řezu B-B' (A2, 1:50)
5. Výkres stropu nad 1.NP (A2, 1:50)
6. Výkres základů (A2, 1:50)
7. Výkres krovu (A2, 1:50)
8. Výkres půdorysu střechy (A2, 1:50)
9. Výkres pohledů (A2, 1:100)
10. Výkres detailu soklu (A4, 1:20)
11. Výkres detailu uložení stropu (A4, 1:10)
12. Výkres schodiště (A4, 1:50)
13. Výkres situace, varianta I. (A3, 1:200)
14. Výkres situace, varianta II. (A3, 1:200)
15. Výkres otopné soustavy 1.NP, varianta I. (A3, 1:50)
16. Výkres otopné soustavy 1.NP, varianta II. (A3, 1:50)
17. Výkres otopné soustavy 2.NP (A2, 1:50)
18. Výkres rozvinutého řezu otopné soustavy, varianta I. (A1, 1:50)
19. Výkres rozvinutého řezu otopné soustavy, varianta II. (A1, 1:50)
20. Výkres detailu zapojení zdroje tepla, varianta I. (A4, 1:50)
21. Výkres detailu zapojení zdroje tepla, varianta II. (A4, 1:50)

Zdroje

- [1] RŮŽIČKA, Martin. *Moderní dřevostavba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 156 s. ISBN 978-80-247-3298-5.
- [2] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [3] JELÍNEK, Vladimír. *Kondenzační technika u plynových spotřebičů*. Praha: GAS, 2010. GAS. ISBN 978-80-86176-26-0.
- [4] NOVOTNÝ, Jan. *Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2. ročník: Konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních*. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-23-1.
- [5] *Stavebniny DEK* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>
- [6] *DEKWOOD stavební řezivo* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://dekwood.cz/>
- [7] *LB Cemix, s.r.o.* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.cemix.cz/>
- [8] *VEKRA Okna* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/>
- [9] *Střešní okna VELUX* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.velux.cz/>
- [10] *MITEK INDUSTRIES* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.mitek.cz/>
- [11] *Protherm* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.protherm.cz/>
- [12] *IVAR CS* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.ivares.cz/>
- [13] *Grundfos* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://cz.grundfos.com/>

- [14] *Regulus* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z:
<http://www.regulus.cz/?gclid=CPKh6On8pswCFbQV0wodYoMCDA>
- [15] *TZB-info* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- [16] *KORADO Topení, vytápění, radiátory* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z:
<https://www.korado.cz/>
- [17] *ISOVER: tepelné izolace, zvukové izolace* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z:
<http://www.isover.cz/>
- [18] *Ústav územního rozvoje* [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z:
<http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>

Legislativa a normy:

- [19] Vyhláška č. 499/2006 Sb. ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb.
- [20] Vyhláška č. 268/2009 Sb. ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- [21] Vyhláška č. 183/2006 Sb. v aktuálním znění
- [22] Vyhláška č. 501/2006 Sb. v aktuálním znění
- [23] Vyhláška č. 78/2013 Sb. ve znění vyhlášky č. 230/2015 Sb.
- [24] Vyhláška č. 406/2000 Sb. v aktuálním znění
- [25] Vyhláška č. 398/2009 Sb.
- [26] Vyhláška č. 272/2011 Sb.
- [27] Vyhláška č. 193/2007 Sb.
- [28] Vyhláška č. 194/2007 Sb. ve znění vyhlášky č. 237/2014 Sb.
- [29] Vyhláška č. 428/2001 Sb. v aktuálním znění
- [30] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- [31] ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- [32] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- [33] ČSN 06 0320 Příprava teplé vody
- [34] TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet
- [35] ČSN 73 0532 Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách
- [36] ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

Použitý software

Teplo 2011

Ztráty 2011

Energie 2013

Ivar CS Techcon ICS 7.2

AutoCAD 2014